

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ДЕПАРТАМЕНТ ОБРАЗОВАНИЯ И КАДРОВОЙ ПОЛИТИКИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Красноярский государственный аграрный университет»

Институт Прикладной биотехнологии и ветеринарной медицины
Кафедра Разведения, генетики, биологии и водных биоресурсов

СОГЛАСОВАНО:
Директор института А.С. Федотова
« 24 » февраля 2026 г.

УТВЕРЖДАЮ:
Ректор Пыжикова Н. И.
« 27 » февраля 2026 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
БИОТЕХНОЛОГИЯ

ФГОС ВО

Направление подготовки 36.03.02 «Зоотехния»
(код, наименование)

Направленность (профиль) «Цифровое животноводство»

Курс **4**

Семестр (*bl*) **8**

Форма обучения очная

Квалификация выпускника бакалавр

Красноярск, 2026



ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
УСИЛЕННОЙ КВАЛИФИЦИРОВАННОЙ
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
ВЫДАННОЙ: ФГБОУ ВО КРАСНОЯРСКИЙ ГАУ
ВЛАДЕЛЕЦ: РЕКТОР ПЫЖИКОВА Н.И.
ДЕЙСТВИТЕЛЕН: 15.05.2025 - 08.08.2026

Составитель: Четвертакова Елена Викторовна, д.с.-х.н., доцент
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

«26» января 2026 г.

Программа разработана на основании документов: (ФГОС ВО – бакалавриат по направлению подготовки 36.03.02 Зоотехния, утв. 22.09.2017 г. № 972, зарегистрированный в Минюсте РФ 12.10.2017 г. № 48536).

Программа обсуждена на заседании кафедры «Разведение, генетика, биология и водные биоресурсы» протокол № 5 от «26» января 2026 г.

Зав. кафедрой Четвертакова Елена Викторовна д.с.-х.н., доцент
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

«26» января 2026 г.

Лист согласования рабочей программы

Программа принята методической комиссией института прикладной биотехнологии и ветеринарной медицины протокол № 6 «18» февраля 2026 г.

Председатель методической комиссии
Турицына Е.Г. д.в.н., доцент

«18» февраля 2026 г.

Заведующие выпускающими кафедрами по направлению подготовки (специальности) *

«Зоотехнии и ТППЖ»

д.с.-х.н., проф. Т. Ф. Лефлер

«18» февраля 2026 г.

Оглавление

АННОТАЦИЯ.....	5
1. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	5
2. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	6
3. ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ ДИСЦИПЛИНЫ	7
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	7
4.1. Трудоемкость модулей и модульных единиц дисциплины	7
4.2. СОДЕРЖАНИЕ МОДУЛЕЙ ДИСЦИПЛИНЫ	8
4.3. ЛЕКЦИОННЫЕ/ЛАБОРАТОРНЫЕ/ ЗАНЯТИЯ	10
4.4. ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ/ПРАКТИЧЕСКИЕ/СЕМИНАРСКИЕ ЗАНЯТИЯ.....	10
4.5. САМОСТОЯТЕЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ САМОПОДГОТОВКИ К ТЕКУЩЕМУ КОНТРОЛЮ ЗНАНИЙ	12
4.5.1. <i>Перечень вопросов для самостоятельного изучения и видов самоподготовки к текущему контролю знаний.....</i>	<i>12</i>
5. ВЗАИМОСВЯЗЬ ВИДОВ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ	13
6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	14
6.1. КАРТА ОБЕСПЕЧЕННОСТИ ЛИТЕРАТУРОЙ (ТАБЛИЦА 8).....	14
6.2. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» (ДАЛЕЕ – СЕТЬ «ИНТЕРНЕТ»).....	14
6.3. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ.....	14
7. КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, НАВЫКОВ И ЗАЯВЛЕННЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ	16
8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	17
9. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ	17
9.1. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ.....	17
9.2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ	18
<i>Изменения.....</i>	<i>20</i>

Аннотация

Дисциплина «Биотехнология» относится к обязательной части Блока 1 Дисциплины (модули) Б1.О.37 подготовки студентов по направлению подготовки 36.03.02 «Зоотехния» направленности (профиль) «Цифровое животноводство». Дисциплина реализуется в институте Прикладной биотехнологии и ветеринарной медицины кафедрой «Разведение, генетика, биология и водные биоресурсы».

Дисциплина нацелена на формирование общепрофессиональной компетенции:

ОПК-2 – Способен осуществлять профессиональную деятельность с учетом влияния на организм животных природных, социально-хозяйственных, генетических и экономических факторов.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с генетической, клеточной инженерией и нанотехнологиями. Раскрыты вопросы использования биотехнологических процессов в решении экологических, сельскохозяйственных, сырьевых проблем.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, лабораторные работы, коллоквиумы, самостоятельная работа студента, консультации.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости в форме тестов и промежуточная аттестация в форме **зачета с оценкой**.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **3** зачетных единиц, **108** часов. Программой дисциплины предусмотрены лекционные **18/8**, лабораторные **38/8** занятия и **52** самостоятельной работы студента.

Используемые сокращения:

ФГОС ВО – Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования

ОПОП – основная профессиональная образовательная программа

Л – лекции

ЛЗ – лабораторные занятия

ПЗ – практические занятия

С – семинары

СРС – самостоятельная работа студентов

1. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Биотехнология» включена в ОПОП, в обязательную часть Б1.О.37, формируемую участниками образовательных отношений блока 1 Дисциплины (модули).

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Биотехнология» являются: «Микробиология и иммунология», «Химия», «Биология», «Генетика и биометрия», «Биология», «Экология и охрана окружающей среды».

Особенностью дисциплины является следующее: изучение традиционных и новейших технологий, которые основаны на достижениях генетической, клеточной инженерии и нанотехнологий. Рассматриваются такие методы биотехнологии, как получение рекомбинантных ДНК, трансгенных животных и растений. Раскрыты вопросы использования биотехнологических процессов в решении экологических, сельскохозяйственных, сырьевых проблем.

Контроль знаний студентов проводится в форме текущей и промежуточной аттестации.

2. Цели и задачи дисциплины. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Целью дисциплины «Биотехнология» является освоение студентами теоретических и практических знаний и приобретение умений и навыков в области биотехнологий для возможности использования методов биотехнологии в ускорении селекционного процесса.

Задачи дисциплины - изучение закономерностей биотехнологических процессов и управление ими; - изучение методов клеточной и генетической инженерии в непродуктивном животноводстве.

Таблица 1

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ОПК-2 – Способен осуществлять профессиональную деятельность с учетом влияния на организм животных природных, социально-хозяйственных, генетических и экономических факторов	ОПК-2.1. Знает экологические факторы окружающей среды, их классификацию и характер взаимоотношений с живыми организмами; основные экологические понятия, термины и законы биоэкологии; межвидовые отношения животных и растений, хищника и жертвы, паразитов и хозяев; экологические особенности некоторых видов патогенных микроорганизмов; механизмы влияния антропогенных и экономических факторов на организм животных	Знать: Основы биотехнологии и биоинженерии
	ОПК-2.2. Умеет использовать экологические факторы окружающей среды и законы экологии в сельскохозяйственном производстве; применять достижения современной микробиологии и экологии микроорганизмов в животноводстве и ветеринарии в целях профилактики инфекционных и инвазионных болезней и лечения животных; использовать методы экологического мониторинга при экологической экспертизе объектов АПК и производстве сельскохозяйственной продукции; проводить оценку влияния на организм животных антропогенных и экономических факторов	Уметь: применять методы биотехнологии в том числе и для решения проблемы охраны окружающей среды; применять полученные знания для анализа прикладных проблем хозяйственной деятельности
	ОПК-2.3. Владеет представлением о возникновении живых организмов, уровнях организации живой материи, о благоприятных и неблагоприятных факторах, влияющих на организм; основой изучения экологического познания окружающего мира, законов развития природы и общества; навыками наблюдения, сравнительного анализа, исторического и экспериментального моделирования воздействия антропогенных и экономических факторов на живые объекты; чувством ответственности за свою профессию	Владеть: основными понятиями и терминами науки; лабораторными методами исследования

3. Организационно-методические данные дисциплины

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зач. ед. (108 часов), их распределение по видам работ и по семестрам представлено в таблице 2.

Таблица 2

Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость		
	зач. ед.	час.	по семестрам
			№ 8
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	3	108	108
Контактная работа	1,5	56	56
в том числе:			
Лекции (Л) / в том числе в интерактивной форме		18/8	18/8
Лабораторные работы (ЛР) / в том числе в интерактивной форме		38/8	38/8
Самостоятельная работа (СРС)	1,5	52	52
в том числе:			
самостоятельное изучение тем и разделов		42	42
самоподготовка к текущему контролю знаний		10	10
Вид контроля			зачет с оценкой

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Трудоёмкость модулей и модульных единиц дисциплины

Таблица 3

Трудоёмкость модулей и модульных единиц дисциплины

Наименование модулей и модульных единиц дисциплины	Всего часов на модуль	Контактная работа		Внеаудиторная работа (СРС)
		Л	ЛЗ	
МОДУЛЬ 1. Биотехнология: принципы, применение	16	4	6	6
Модульная единица 1.1. История развития, современные достижения биотехнологии	16	4	6	6
МОДУЛЬ 2. Наследственность, уровень клетки и молекулы	12	2	4	6
Модульная единица 2.1. Основы молекулярной биотехнологии	12	2	4	6
МОДУЛЬ 3. Новейшие методы в биотехнологии	50	8	26	16
Модульная единица 3.1. Основы генетической инженерии	12	4	2	6
Модульная единица 3.2. Клеточная инженерия	30	2	24	4
Модульная единица 3.3. Нанобиотехнологии	8	2	-	6
МОДУЛЬ 4. Энзиматическая инженерия	18	2	-	16
Модульная единица 4.1. Ферменты в биотехнологии и их иммобилизация	10	2	-	8
Модульная единица 4.2. Биосенсоры и биочипы	8	-	-	8
МОДУЛЬ 5. Биотехнология и проблемы защиты окружающей среды	12	2	2	8
Модульная единица 5.1. Экологическая биотехнология	12	2	2	8
Всего	108	18	38	52

4.2. Содержание модулей дисциплины

МОДУЛЬ 1. БИОТЕХНОЛОГИЯ: ПРИНЦИПЫ, ПРИМЕНЕНИЕ

Модульная единица 1.1. История развития, современные достижения биотехнологии

Возникновение, становление и развитие биотехнологии согласно III съезду Европейской ассоциации биотехнологов (Мюнхен, 1984 г.). Основные вехи развития биотехнологии. Перспективные отрасли биотехнологии. Биосистемы, объекты и методы в биотехнологии. Современная биотехнология в животноводстве (получение трансгенных животных, клонирование). Биотехнология и растениеводство (биотехнологические пути защиты растений от вредоносных агентов; клонирование клеток с последующим их скринингом и регенерацией растений из отобранных клонов, как важный метод сохранения и улучшения древесных пород умеренных широт, в частности хвойных деревьев). Биотехнология и ветеринария (экспресс-методы на основе достижений в физико-химической биологии, технологии рекомбинантных ДНК, гибридной технологии; иммуноферментный метод). Биотехнология и медицина (получение антибиотиков, гормонов, интерферонов, интерлейкинов, моноклональных антител, ДНК или РНК-пробы, рекомбинантные вакцины и вакцины-антигены, ферменты медицинского назначения; типы терапии на основе достижений биотехнологии – заместительная и корректирующая; принципы лечения на основе достижения биотехнологии - генетическая терапия *in vivo* и генетическая терапия *ex vivo*).

МОДУЛЬ 2. НАСЛЕДСТВЕННОСТЬ, УРОВЕНЬ КЛЕТКИ И МОЛЕКУЛЫ

Модульная единица 2.1. Основы молекулярной биотехнологии

У возникновение молекулярной биотехнологии. ДНК. РНК. и синтез белка. Структура ДНК. Репликация. Расшифровка генетической информации: РНК и белок. Трансляция. Регуляция транскрипции у бактерий. Регуляция транскрипции у эукариот.

МОДУЛЬ 3. НОВЕЙШИЕ МЕТОДЫ В БИОТЕХНОЛОГИИ

Модульная единица 3.1. Основы генетической инженерии

История развития генетической инженерии. История получения первой рекомбинантной ДНК. Биотехнология рекомбинантных ДНК (методам биотехнологии рекомбинантных ДНК; группы ферментов принимающих участие в расщеплении ДНК в специфических участках; методы секвенирования - метод А. Максама и В. Гилберта (химический) и метод Ф. Сангера (ферментативный)). Конструирование рекомбинантных ДНК (этапы конструирования молекулы ДНК). Векторные молекулы (плазмиды (конъюгативные и неконъюгативные), бактериофаги (Фаг M13), вирусы животных). Особенности векторов. Способы переноса генетической информации. Экспрессия чужеродных генов. Использование генетической инженерии в животноводстве (Стратегия получения трансгенных животных).

Направленный мутагенез и генная инженерия белков (методика). Генная инженерия белков (образование дополнительных дисульфидных связей. Уменьшение числа свободных сульфгидрильных групп. Повышение ферментной активности. Изменение специфичности фермента. Повышение стабильности и специфичности фермента).

Генная инженерия растений (методология, применение). Трансгенные животные (методология, применение).

Молекулярная генетика человека. Генная терапия. Терапия *ex vivo*, *in vivo*. Лекарственные средства на основе олигонуклеотидов.

Модульная единица 3.2. Клеточная инженерия

История развитие клеточной инженерии. Этапы получения гибридных клеток. Протопласты. Возможности метода слияния клеток (возможность скрещивания филогенетически отдаленных форм живого; получение ассиметричных гибридов, несущих полный набор генов одного из родителей и частичный набор другого родителя; получение гибридов путем слияния трех и более родительских клеток; гибридизация клеток, несущих раз-

личные программы развития) Гибридная технология. Моноклональные антитела (МкАт). Процедура получения моноклональных антител. Применение моноклональные антитела. Подходы для получения моноклональных антител. Препаратами МкАт (Мабтера и Герцептин). Клонирование животных. История метода. Клонирование млекопитающих. Методы трансплантации ядер. Трансплантация эмбрионов (отбор доноров, проведение супероуляции, способы извлечения эмбрионов, оценка эмбрионов).

Модульная единица 3.3. Нанобиотехнологии

Представления о нанотехнологиях. История использования нанотехнологии. Нанотехнологии в медицине и биологии (лекарственные препараты нового поколения, контейнеры для адресной доставки лекарств в клетки-мишени, мембраны с нанопорами, фуллереновые наносферы, магнитные жидкости, магнитные наночастицы, нановакцины). Нанотехнологии в сельском хозяйстве (обеззараживанием воздуха и различных материалов, стимуляция роста растений, лечение животных, улучшение качества кормов). Основные направления развития нанобиотехнологии (подход «сверху вниз», «мокрая нанотехнология», наномеханизмы, нанороботы.).

МОДУЛЬ 4. ЭНЗИМАТИЧЕСКАЯ ИНЖЕНЕРИЯ

Модульная единица 4.1. Ферменты в биотехнологии и их иммобилизация

Основные классы ферментов (оксидоредуктазы, трансферазы, гидролазы, лиазы, изомеразы, лигазы). Группы ферментов и их применение (аминолитические, протеолитические, пектолитические, целлюлолитические). Факторы, влияющие на скорость ферментативных реакций (концентрация фермента, концентрации субстрата, температура, рН). Белковая инженерия. Иммобилизация ферментов. Носители для иммобилизованных ферментов (органические полимерные носители, синтетические полимерные носители, носители неорганической природы). Методы иммобилизации ферментов (Физическая иммобилизация - адсорбция на нерастворимых носителях; включение в поры геля; пространственное отделение фермента от остального объема реакционной смеси с помощью полупроницаемой перегородки (мембраны); включение в двухфазную реакционную среду, где фермент растворим, и может находиться только в одной из этих фаз; Химическая иммобилизация - иммобилизация на носителях, несущих гидроксигруппы, иммобилизация на носителях, несущих аминогруппы, иммобилизация на носителях, несущих сульфгидрильные группы). Применение иммобилизованных ферментов.

Модульная единица 4.2. Биосенсоры и биочипы

Биосенсоры. Принципы конструирования биосенсоров. Разновидность биосенсоров и их применение. Ферментные биосенсоры (ферментные электроды, ферментные микрокалориметрические датчики, биодатчики на основе хеми- и биолюминесценции). Клеточные биосенсоры. Биочипы. Биочип и принцип его работы. ДНК-микрочипы. Белковые биочипы. Применение биочипов.

МОДУЛЬ 5. БИОТЕХНОЛОГИЯ И ПРОБЛЕМЫ ЗАЩИТЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Модульная единица 5.1. Экологическая биотехнология

Задачи экологической биотехнологии. Биотехнология очистки сточных вод. Биологическое потребление кислорода (БПК). Аэробная переработка отходов (в присутствии кислорода) (экстенсивные методы и интенсивные способы). Коэффициентом зооглейности (k_z). Коэффициентом протозойности k_p . Аэротенки (достоинства и недостатки). Анаэробное разложение (кислая и метановая стадии процесса брожения). Фазы метанового брожения. Извлечение полезных веществ (извлечение веществ из воды, извлечение веществ из отходов сельскохозяйственного производства.) Биоочистка газовоздушных выбросов. Биотехнологии и получение металлов. Бактериальное выщелачивание.

4.3. Лекционные/лабораторные/ занятия

Таблица 4

Содержание лекционного курса

№ п/п	№ модуля и модульной единицы дисциплины	№ и тема лекции	Вид ¹ контрольного мероприятия	Кол-во часов
1	МОДУЛЬ 1. Биотехнология: принципы, применение			
2	Модульная единица 1.1. История развития, современные достижения биотехнологии	Лекция № 1-№2. Введение. Общие представления о биотехнологии/Презентация	тест	4/4
3	МОДУЛЬ 2. Наследственность, уровень клетки и молекулы			
4	Модульная единица 2.1. Основы молекулярной биотехнологии	Лекция № 3. ДНК, РНК и синтез белка	тест	2
5	МОДУЛЬ 3. Новейшие методы в биотехнологии			
6	Модульная единица 3.1. Основы генетической инженерии	Лекция № 4-№5. Основы генетической инженерии/Презентация	тест	4/4
7	Модульная единица 3.2. Клеточная инженерия	Лекция № 6. Клеточная инженерия	тест	2
8	Модульная единица 3.3. Нанобиотехнологии	Лекция № 7. Нанобиотехнологии	опрос	2
9	МОДУЛЬ 4. Энзиматическая инженерия			
10	Модульная единица 4.1. Ферменты в биотехнологии и их иммобилизация	Лекция № 8. Биоиндустрия ферментов	тест	2
11	Модульная единица 4.2. Биосенсоры и биочипы	-	-	-
12	МОДУЛЬ 5. Биотехнология и проблемы защиты окружающей среды			
13	Модульная единица 5.1. Экологическая биотехнология	Лекция № 9. Биотехнология в охране окружающей среды	тест	2
14	ИТОГО			18/4

4.4. Лабораторные занятия/практические/семинарские занятия

Таблица 5

Содержание занятий и контрольных мероприятий

№ п/п	№ модуля и модульной единицы дисциплины	№ и название лабораторных/практических занятий с указанием контрольных мероприятий	Вид ² контрольного мероприятия	Кол-во часов
1	МОДУЛЬ 1. Биотехнология: принципы, применение			
2	Модульная единица	Занятие № 1. Техника безопасности при	зачет	2

1

Вид мероприятия: тестирование, коллоквиум, зачет, экзамен, другое

2

Вид мероприятия: тестирование, коллоквиум, зачет, экзамен, другое

№ п/п	№ модуля и модульной единицы дисциплины	№ и название лабораторных/ практических занятий с указанием контрольных мероприятий	Вид ² контрольного мероприятия	Кол-во часов
	1.1. История развития, современные достижения биотехнологии	работе в лаборатории, правило работы с оборудованием и реактивами Занятие № 2-№3. Техника приготовления препаратов	зачет	4
3	МОДУЛЬ 2. Наследственность, уровень клетки и молекулы			
4	Модульная единица 2.1. Основы молекулярной биотехнологии	Занятие № 4. Синтез белка по информации генов (1)	зачет	2
		Занятие № 5. Синтез белка по информации генов (2)	зачет	2
5	МОДУЛЬ 3. Новейшие методы в биотехнологии			
6	Модульная единица 3.1. Основы генетической инженерии	Занятие № 6. Генетическая инженерия растений. Методы введения ДНК в клетки растений.	зачет	2
7	Модульная единица 3.2. Клеточная инженерия	Занятие №7-№8. Выделение изолированных протопластов / Научный эксперимент	зачет	4/4
		Занятие № 9-№10. Характеристика мицелиальных грибов основных продуцентов биологически активных веществ	зачет	4/4
		Занятие № 11. Определение лимонной кислоты в культуральной жидкости гриба <i>Aspergillus niger</i> / Научный эксперимент	зачет	2
		Занятие № 12. Биотехнологическое получение этанола/ Научный эксперимент	зачет	2
		Занятие № 13. Биотехнологическое получение уксусной кислоты	зачет	2
		Занятие № 14. Кислотный гидролиз крахмала	зачет	2
		Занятие № 15-18. Кариологический анализ	зачет	8
8	Модульная единица 3.3. Нанобиотехнологии	лабораторные работы по данной модульной единице не предусмотрены		
9	МОДУЛЬ 4. Экологическая биотехнология			
10	Модульная единица 4.1. Ферменты в биотехнологии и их иммобилизация	лабораторные работы по данной модульной единице не предусмотрены		
11	Модульная единица 4.2. Биосенсоры и биочипы	лабораторные работы по данной модульной единице не предусмотрены		

№ п/п	№ модуля и модульной единицы дисциплины	№ и название лабораторных/ практических занятий с указанием контрольных мероприятий	Вид ² контрольного мероприятия	Кол-во часов
12	МОДУЛЬ 5. Биотехнология и проблемы защиты окружающей среды			
13	Модульная единица 5.1. Экологическая биотехнология	Занятие № 19. Хроматография	зачет	2
14	ИТОГО			38

4.5. Самостоятельное изучение разделов дисциплины и виды самоподготовки к текущему контролю знаний

Самостоятельная работа специалистов организуется с целью развития навыков работы с учебной и научной литературой, выработки способности вести научно-исследовательскую работу, а также для систематического изучения дисциплины. Рекомендуются следующие формы организации самостоятельной работы студентов:

- работа над теоретическим материалом, прочитанным на лекциях;
- самостоятельное изучение отдельных разделов дисциплины;
- подготовка к лабораторным занятиям;
- организация и использование электронного курса дисциплины размещенного на платформе LMS Moodle для СР;
- подготовка к коллоквиумам (тестирование);
- выполнение контрольных заданий при самостоятельном изучении дисциплины;
- самотестирование по контрольным вопросам (тестам).

4.5.1. Перечень вопросов для самостоятельного изучения и видов самоподготовки к текущему контролю знаний

Таблица 6

Перечень вопросов для самостоятельного изучения и видов самоподготовки к текущему контролю знаний

№п/п	№ модуля и модульной единицы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения и видов самоподготовки к текущему контролю знаний	Кол-во часов
1.	МОДУЛЬ 1. БИОТЕХНОЛОГИЯ: ПРИНЦИПЫ, ПРИМЕНЕНИЕ		6
2.	Модульная единица 1.1. История развития, современные достижения биотехнологии	Современная биотехнология в непродуктивном животноводстве (получение трансгенных животных, клонирование). Биотехнология и растениеводство (биотехнологические пути защиты растений от вредоносных агентов; клонирование клеток с последующим их скринингом и регенерацией растений из отобранных клонов, как важный метод сохранения и улучшения древесных пород умеренных широт, в частности хвойных деревьев). Биотехнология и ветеринария (экспресс-методы на основе достижений в физико-химической биологии, технологии рекомбинантных ДНК, гибридной технологии; иммуноферментный метод). Биотехнология и медицина (получение антибиотиков, гормонов, интерферонов, интерлейкинов, моноклональных антител, ДНК или РНК-пробы, рекомбинантные вакцины и вакцины-антигены, ферменты медицинского назначения; типы терапии на основе достижений биотехнологии – заместительная и корректирующая; принципы лечения на основе достижения биотехнологии - генетическая терапия <i>in vivo</i> и генетическая терапия <i>ex vivo</i>).	4
3.	самоподготовка к текущему контролю знаний		2
4.	МОДУЛЬ 2. НАСЛЕДСТВЕННОСТЬ, УРОВЕНЬ КЛЕТКИ И МОЛЕКУЛЫ		6

№п/п	№ модуля и модульной единицы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения и видов самоподготовки к текущему контролю знаний	Кол-во часов
5.	Модульная единица 2.1. Основы молекулярной биотехнологии	Регуляция транскрипции у бактерий. Регуляция транскрипции у эукариот.	4
6.	самоподготовка к текущему контролю знаний		2
7.	МОДУЛЬ 3 НОВЕЙШИЕ МЕТОДЫ В БИОТЕХНОЛОГИИ		16
8.	Модульная единица 3.1. Основы генетической инженерии	Экспрессия чужеродных генов. Направленный мутагенез и генная инженерия белков (методика). Генная инженерия растений (методология, применение). Трансгенные животные (методология, применение). Молекулярная генетика человека. Генная терапия. Лекарственные средства на основе олигонуклеидов.	6
9.	Модульная единица 3.2. Клеточная инженерия	Клонирование животных. История метода. Клонирование млекопитающих. Методы трансплантации ядер. Трансплантация эмбрионов (отбор доноров, проведение суперовуляции, способы извлечения эмбрионов, оценка эмбрионов).	3
10.	Модульная единица 3.3. Нанобиотехнологии	Представления о нанотехнологиях. История использования нанотехнологии. Нанотехнологии в медицине и биологии. Нанотехнологии в сельском хозяйстве (обеззараживанием воздуха и различных материалов, стимуляция роста растений, лечение животных, улучшение качества кормов).	5
11.	самоподготовка к текущему контролю знаний		2
12.	МОДУЛЬ 4. ЭНЗИМАТИЧЕСКАЯ ИНЖЕНЕРИЯ		16
13.	Модульная единица 4.1. Ферменты в биотехнологии и их иммобилизация	Белковая инженерия. Применение иммобилизованных ферментов.	7
14.	Модульная единица 4.2. Биосенсоры и биочипы	Биосенсоры. Принципы конструирования биосенсоров. Разновидность биосенсоров и их применение. Ферментные биосенсоры (ферментные электроды, ферментные микрокалориметрические датчики, биодатчики на основе хеми- и биолюминесценции). Клеточные биосенсоры. Биочипы. Биочип и принцип его работы. ДНК-микрочипы. Белковые биочипы. Применение биочипов.	7
15.	самоподготовка к текущему контролю знаний		2
16.	МОДУЛЬ 5. БИОТЕХНОЛОГИЯ И ПРОБЛЕМЫ ЗАЩИТЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ		8
17.	Модульная единица 5.1. Экологическая биотехнология	Аэробная переработка отходов (в присутствии кислорода) (экстенсивные методы и интенсивные способы). Коэффициентом зооглейности (k_z). Коэффициентом протозойности k_p . Анаэробное разложение (кислая и метановая стадии процесса брожения). Фазы метанового брожения. Извлечение полезных веществ (извлечение веществ из воды, извлечение веществ из отходов сельскохозяйственного производства.) Биоочистка газовоздушных выбросов. Биотехнологии и получение металлов. Бактериальное выщелачивание.	6
18.	самоподготовка к текущему контролю знаний		2
19.	ВСЕГО		52

5. Взаимосвязь видов учебных занятий

Таблица 7

Взаимосвязь компетенций с учебным материалом и контролем знаний студентов

Компетенции	Лекции	ЛЗ/ ПЗ/С	СРС	Другие виды	Вид кон- троля
ОПК-2 – Способен осуществлять профессиональную деятельность с учетом влияния на организм животных природных, социально-хозяйственных, генетических и экономических факторов.	1-9	1-5, 15- 19	М1-5		Тест, собеседование

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Карта обеспеченности литературой (таблица 8)

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее – сеть «Интернет»)

1. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU – <https://www.elibrary.ru/> (свободный доступ)
2. Национальная электронная библиотека – <https://rusneb.ru/> (договор; доступ из Научной библиотеки Красноярского ГАУ)
3. Электронно-библиотечная система «Лань» – <https://e.lanbook.com/> (договор; регистрация от университета)
4. Электронно-библиотечная система «Юрайт» – <https://urait.ru/> (договор; регистрация от университета)
5. Электронная библиотечная система «Рукопт» – <https://lib.rucont.ru/> (договор; регистрация от университета)
6. ScienceDirect (международная база данных) – <https://www.sciencedirect.com/> (свободный доступ; регистрация не требуется);
7. Springer Nature (международная база данных) – <https://link.springer.com/> (свободный доступ; регистрация не требуется);
8. DOAJournals (международная база данных) – <http://doaj.org/> (свободный доступ; регистрация не требуется)
9. DOABooks (международная база данных) – <http://www.doabooks.org/doab> (свободный доступ; регистрация не требуется)
10. КиберЛенинка (русскоязычные научные журналы) – <http://cyberleninka.ru/> (свободный доступ; регистрация не требуется).
11. Электронный каталог научной библиотеки Красноярского ГАУ ИРБИС64+.
12. Справочно-правовая система КонсультантПлюс.

6.3. Программное обеспечение

1. ОС: Astra Linux.
2. Офисный пакет: Libre Office 6.2.1 / Мой Офис Профессиональный 2.
3. ЭИОС: Moodle 3.5.6a.
4. Антиплагиат ВУЗ.

Таблица 8

КАРТА ОБЕСПЕЧЕННОСТИ ЛИТЕРАТУРОЙ

Кафедра Разведения, генетики, биологии и водных биоресурсов Направление подготовки (специальность) 36.03.02 «Зоотехния»
 Дисциплина «Биотехнология»

Вид занятий	Наименование	Авторы	Издательство	Год издания	Вид издания		Место хранения		Необходимое количество экз.	Количество экз. в ВУЗе
					Печ.	Электр	Библ.	Каф.		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Основная										
лабораторные	Биотехнология: метод указания к лабораторным занятиям	Четвертакова Е.В.	Красноярск	2011	+	+		+	25	2 Ирбис 64+
Лекции, СР	Введение в биотехнологию	Четвертакова Е.В.	Красноярск	2023		+				Ирбис 64+
Лекции, СР	Общая биотехнология	Чечина О. Н.	Москва: Юрайт	2023		+	+		100%	urait.ru/bcode/516812
Лекции, СР	Молекулярная биотехнология. Биоинженерия	Якупов Т. Р.	Казань: КГАВМ им. Баумана	2018		+	+		100%	e.lanbook.com/book/122951
Дополнительная										
Лекции, СР	Основы биотехнологии	Т.А.Егорова, С.М. Клунова, Е.А. Живухина	М.: Академия	2008	+		+		15	15
Лекции, СР	Молекулярная биотехнология. Принципы и применение	Глик Б., Пастернак Дж.	М.: Мир	2002	+			+	100%	4
Лекции, СР	Биофизика: раздел «Молекулярная биофизика»	Минюк О. Н.	Пинск: ПолесГУ	2024		+	+		100%	e.lanbook.com/book/484451

Директор Научной библиотеки

7. Критерии оценки знаний, умений, навыков и заявленных компетенций

Виды текущего контроля: При изучении дисциплины «Биотехнология» со студентами в течение семестра проводятся лекционные и лабораторные занятия. Зачет определяется как сумма баллов по результатам всех запланированных учебных мероприятий.

Текущая аттестация студентов проводится в дискретные временные интервалы лектором и преподавателем, ведущим лабораторные занятия по дисциплине в следующей форме:

- Коллоквиум (тестирование);
- Выполнение лабораторных работ;
- Подготовка презентации с докладом.

Промежуточный контроль – зачет с оценкой. Проводится с целью установления остаточных знаний по дисциплине. Включает в себя в сочетании различных форм (компьютерного тестирования, презентация с докладом.)

Рейтинг план по дисциплине

Дисциплинарный модуль	Текущая работа (ТР) (баллы)	Промежуточный контроль (ПК) (баллы)	Общее количество баллов
ДМ 1	Выполнение, отчет и защита лабораторной работы (0-1x3 работы =3)	3	15
	СРС (2 балла за презентацию и доклад по 1 модульной единице)	2	
	Тест (20 вопросов*0,5 балл)	10	
ДМ 2	Выполнение, отчет и защита лабораторной работы (0-1x2 работы =2)	2	14
	СРС (2 балла за презентацию и доклад по 1 модульной единице)	2	
	тест (20 вопросов*0,5 балл)	10	
ДМ 3	Выполнение, отчет и защита лабораторной работы ((0-1)x14 работ=14)	14	30
	СРС (2 балла за презентацию и доклад по 1 модульной единице)	6	
	тест (20 вопросов*0,5 балл)	10	
ДМ 4	-		14
	СРС (2 балла за презентацию и доклад по 1 модульной единице)	4	
	Тест (5) (20 вопросов*0,5 балл)	10	
ДМ 5	Выполнение, отчет и защита лабораторной работы((0-1)x1 работы=1)	1	13
	СРС (2 балла за презентацию и доклад по 1 модульной единице)	2	
	Тест (20 вопросов*0,5 балл)	10	
Зачет с оценкой (тестирование)		0,5 балл*28 вопросов	14
Итого			100

Дисциплина считается освоенной при наборе не менее 60 баллов.

Все виды учебных работ должны быть выполнены в установленные, предусмотренные графиком учебного процесса.

При изучении каждого модуля дисциплины проводится рубежный контроль знаний с целью проверки и коррекции хода освоения теоретического материала и практических умений и навыков. Рубежный контроль знаний проводится по графику в часы лабораторных занятий по основному расписанию.

Модуль считается сданным, при условии получения студентом не менее 60% баллов от максимально возможного количества, которое он мог бы получить за этот модуль.

В конце семестра на основании поэтапного контроля обучения суммируются баллы текущего рейтинга, подсчитываются дополнительные баллы (работа на занятиях – решение задач у доски, реферативные сообщения по темам, участие в олимпиаде) и принимается решение о допуске студента к выходному контролю или освобождению от его сдачи.

Студент обязан отчитаться по всем модулям дисциплины и с учетом выходного контроля набрать не менее 60 баллов по дисциплине. Студенту, не набравшему минимальное количество баллов (менее 60), дается 14 календарных дней после окончания календарного модуля для добора необходимого количества баллов.

Градации оценки по **зачету с оценкой**:

60-72 балла для оценки «удовлетворительно»

73-86 балла для оценки «хорошо»

87-100 баллов для оценки «отлично».

Если по результатам текущего рейтинга студент набрал в сумме менее 40% баллов от максимального рейтинга дисциплины, то до выходного контроля он не допускается и считается задолжником по этой дисциплине. Для устранения задолженности студент получает индивидуальное задание для самостоятельной работы.

Если же сумма баллов составляет 60 и более, то по усмотрению преподавателя студенту может быть проставлен зачет без сдачи выходного контроля. Если студент не набрал на протяжении семестра необходимое количество баллов, он сдает зачет по расписанию зачетной сессии. Перечень вопросов на зачет, тестам, систему оценивания по СР и выполнение заданий приведены в ФОС дисциплины.

При возникновении задолженности по дисциплине студент самостоятельно осваивает модули дисциплин, выполняет задания и проходит тестирование по пропущенным модулям и модульным единицам на платформе LMS Moodle.

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

При изложении теоретического материала используются мультимедийные иллюстративные материалы (лекционные залы 1-35 и 2-48). В курсе лекций используются видеофильмы (100 великих открытий в генетике). Для проведения лабораторных работ оборудована специализированная аудитория 1-27 ул. Стасовой 44А, оборудованная: (столы, стулья, учебная доска, схемы, таблицы, тестовые здания, задачи, фото, лабораторное оборудование); методическая литература, разработанная сотрудниками кафедры.

Для дистанционного обучения применяются электронный комплекс, размещенный на платформе LMS Moodle по дисциплине.

Для самостоятельной работы: «Компьютерный класс» аудитория № 0-06, 1-29 ул. Стасовой 44А, оснащенная компьютерами с доступом к интернету и ЭИОС. Научная библиотека – фонд научной и учебной литературы, компьютеры с доступом в интернет, к ЭБС и международным реферативным базам данных научных изданий.

9. Методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины

9.1. Методические рекомендации по дисциплине для обучающихся

На освоение дисциплины «Биотехнология» учебным планом предусмотрено 108 час. Данная дисциплина преподается в одном календарном модуле и разбита на пять дис-

циплинарных модулей:

ДМ 1 – БИОТЕХНОЛОГИЯ: ПРИНЦИПЫ, ПРИМЕНЕНИЕ;

ДМ 2 – НАСЛЕДСТВЕННОСТЬ, УРОВЕНЬ КЛЕТКИ И МОЛЕКУЛЫ;

ДМ 3 – НОВЕЙШИЕ МЕТОДЫ В БИОТЕХНОЛОГИИ;

ДМ 4 – ЭНЗИМАТИЧЕСКАЯ ИНЖЕНЕРИЯ;

ДМ 5 – БИОТЕХНОЛОГИЯ И ПРОБЛЕМЫ ЗАЩИТЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ.

При изучении всех модулей лекции необходимо иллюстрировать большим количеством наглядностей, что позволит лучше усвоить материал.

При изучении дисциплины необходимо обратить особое внимание на применение современные методы обучения: 1. Активное слушание – ведение беседы с целью налаживания контакта с другим человеком. 2. Дискуссии. Целью дискуссии является достижение максимально возможного согласия участников по обсуждаемой проблеме, поиск истины или оптимального решения.

Рекомендуется организовать самостоятельную работу обучающихся:

1. *Дистанционное обучение.* Оно позволяет использовать индивидуальный темп обучения; обеспечивает быструю связь со всеми участниками образовательного процесса; дает возможность использовать большой объем доступной информации; возможность участия в проектах, конкурсах и олимпиадах разного уровня; создания дополнительных условий для самовыражения обучающихся. Для дистанционного обучения студентов применяется LMS Moodle.

2. *Интерактивное обучение* – позволяет студенту и преподавателю активно взаимодействуют друг с другом. Каждый участник взаимодействия вносит свой вклад, в ходе работы происходит обмен идеями, знаниями, выработка совместных способов действия.

3. *Проблемное обучение* – позволяет организовать образовательный процесс в виде разрешения последовательно создаваемых учебных проблемных ситуаций. Проблемная ситуация направляет мыслительный поиск, пробуждает интерес к исследованию. Проблема может быть выражена в форме проблемного вопроса или проблемного задания.

9.2. Методические указания по дисциплине для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

При освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья обеспечивается комфортная среда, специально оборудованные аудитории 1-30, 1-27, ул. Стасовой 44А, возможность дистанционного обучения (дисциплина размещена на LMS Moodle).

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по зрению:

- размещение в доступных для обучающихся местах и в адаптированной форме справочной информации о расписании учебных занятий;
- присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую помощь;
- выпуск альтернативных форматов методических материалов (крупный шрифт или аудиофайлы);

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху:

- надлежащими звуковыми средствами воспроизведение информации;

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата:

- возможность беспрепятственного доступа обучающихся в учебные помещения, туалетные комнаты и другие помещения института, а также пребывание в указанных помещениях.

Образование обучающихся с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано как совместно с другими обучающимися, так и в отдельных группах или в отдельных организациях.

Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предоставляются в одной из форм, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

Категории студентов	Формы
С нарушение слуха	в печатной форме; в форме электронного документа;
С нарушением зрения	в печатной форме увеличенных шрифтом; в форме электронного документа; в форме аудиофайла;
С нарушением опорно-двигательного аппарата	в печатной форме; в форме электронного документа; в форме аудиофайла.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная работа. Под индивидуальной работой подразумевается две формы взаимодействия с преподавателем: индивидуальная учебная работа (консультации), т.е. дополнительное разъяснение учебного материала и углубленное изучение материала с теми обучающимися, которые в этом заинтересованы, и индивидуальная воспитательная работа. Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или обучающимся с ограниченными возможностями здоровья.

ПРОТОКОЛ ИЗМЕНЕНИЙ РПД

Дата	Раздел	Изменения	Комментарии

Программу разработала:

Четвертакова Е.В., д.с.-х.н., доцент

РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу учебной дисциплины

«Биотехнология» для подготовки студентов направления подготовки 36.03.02 «Зоотехния» направленности (профиль) «Цифровое животноводство» института прикладной биотехнологии и ветеринарной медицины, разработанную д.с.-х.н., доцентом ФГБОУ ВО Красноярский ГАУ Четвертаковой Еленой Викторовной

Рабочая программа по дисциплине «Биотехнология» предназначена для подготовки студентов направления подготовки 36.03.02 «Зоотехния» направленности (профиль) «Цифровое животноводство».

Дисциплина направлена на реализацию общепрофессиональной компетенции: ОПК-2 – Способен осуществлять профессиональную деятельность с учетом влияния на организм животных природных, социально-хозяйственных, генетических и экономических факторов.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с генетической, клеточной инженерией и нанотехнологиями. Раскрыты вопросы использования биотехнологических процессов в решении экологических, сельскохозяйственных, сырьевых проблем. Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, лабораторные работы, коллоквиумы, самостоятельная работа студента, консультации. Содержание рабочей программы разбито по модулям, по ним определены знания, умения и навыки, которыми должны овладеть студенты в результате освоения дисциплины. В программе учтена специфика учебного заведения и отражена практическая направленность курса. Учебный материал изложен последовательно и соответствует Государственным требованиям к минимуму содержания и уровню подготовки выпускника направления подготовки 36.03.02 «Зоотехния».

Таким образом, данная рабочая программа может быть рекомендована для подготовки студентов направления подготовки 36.03.02 «Зоотехния».

Генеральный директор
АО «Красноярскагроптем»,
к.с.-х.н.



С.В. Шадрин