

# ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ

Кафедра ветеринарной генетики и биотехнологии

УТВЕРЖДАЮ:

Декан биолого-

технологического факультета

Жучасев К.В.

Рег. № БТХ.17.04-19

« 07 » 10 2022 г.

Биолого-технологический факультет  
переименован в Институт экологической  
и пищевой биотехнологии в соответствии  
с приказом ректора ФГБОУ ВО  
Новосибирский ГАУ от 28.04.2023г. № 234-О



ФГОС 2021 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.В.10 Биоинженерия

Шифр и наименование дисциплины

19.04.01 Биотехнология

Код и наименование направления подготовки

Биотехнология

Направленность (профиль)

Курс: 1

Семестр: 1

Очная

Факультет: Биолого-технологический

очная, заочная, очно-заочная

### Объем дисциплины (модуля)

Вид занятий	Объем занятий [зачётных ед./часов]			Семестр
	очная	заочная	очно-заочная	
<b>Общая трудоемкость по учебному плану</b>	144			1
В том числе,				
<b>Контактная работа</b>	94			
Занятия лекционного типа	30			1
Занятия семинарского типа	64			1
<b>Самостоятельная работа, всего</b>	50			1
В том числе:				
Курсовой проект / курсовая работа				
Контрольная работа / реферат / РГР	К			1
Форма контроля экзамен / зачет / зачет с оценкой	3 с оц.			1

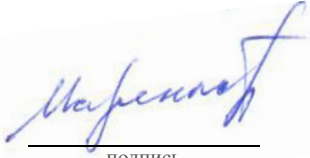
Новосибирск 2022

Рабочая программа составлена на основании требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 19.04.01 Биотехнология (магистратура), утвержденного приказом Минобрнауки России от 10.08.2021 № 737

**Программу разработал(и):**

Доцент кафедры ветеринарной генетики и  
биотехнологии, канд. биол. наук

(должность)



подпись

В.Г. Маренков

ФИО

## 1 Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с результатами освоения образовательной программы

Дисциплина «Б1.В 10 Биоинженерия» в соответствии с требованиями ФГОС ВО и с учетом ПООП (при наличии) направлена на формирование следующих компетенций (УК, ОПК, ПК, ПСК, ПКО, ПКР, ПКВ<sup>1</sup>):

Таблица 1. Связь результатов обучения с приобретаемыми компетенциями

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
<i>ПК 3. Способен разрабатывать предложения по совершенствованию биотехнологии с использованием микробиологического синтеза и биотрансформации микроорганизмов, клеточных культур животных и растений</i>	<i>ИПК 3.2 Участвует в разработке новых и модификации существующих биотехнологических процессов</i>	<p><b>Знать:</b> базисные понятия промышленной микробиологии, генетической и клеточной инженерии, инженерной энзимологии, необходимые для осмысления биотехнологического производства; этапы и методы основных биотехнологических производств и условия их проведения; основное биотехнологическое оборудование биотехнологические процессы, используемые в различных отраслях промышленности и сельского хозяйства</p> <p><b>Уметь:</b> оценивать возможности совершенствования биотехнологических процессов;</p> <p><b>Владеть:</b> навыками обработки теоретической информации в области биотехнологии;</p>

## 2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Б1 В.10 Биоинженерия» относится к вариативной части.

Данная дисциплина опирается на курсы дисциплин: «Б1.О. 05 Биотехнология», «Б1.О 10 Молекулярно-генетические исследования в биотехнологии».

## 3. Содержание дисциплины (модуля)

Распределение часов по темам и видам занятий представляется в таблице 2 по каждой форме обучения (очная, заочная, очно-заочная):

Таблица 2. Очная форма

№ п/п	Наименование разделов и тем	Количество часов				Формируемые компетенции (ОК, ПК)
		Лекции (Л)	Вид занятия (ЛР)	Самост. работа (СР)	Всего по теме	
1	2	3	4	5	6	7
	<b>Семестр № 1</b>					
1	<b>Общие сведения о биоинженерии</b>	2		1	3	ПК-3,
1.1	Биоинженерия: понятие, основные направления, история формирования, биологические и инженерные основы	2		1	3	
2	<b>Генетическая инженерия</b>	6	6	7	19	
2.1	Химические основы генетической инженерии.	2	2	1	5	
2.2	Клонирование генов – стратегия генной инженерии.	2		2	4	

2.3	ДНК-технологии.		4	2	6	ПК -3
2.4	Трансгенные организмы	2		2	4	
3	<b>Белковая инженерия</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>5</b>	<b>19</b>	
3.1	Белки как объект биоинженерии	2	2	1	5	
3.2	Проектирование новых белков и ферментов		6	2	8	
3.3	Направленный мутагенез	2		1	3	
3.4	Инженерная энзимология	2	4	1	7	
4.	<b>Основы клеточной инженерии</b>	<b>4</b>	<b>30</b>	<b>5</b>	<b>39</b>	
4.1	Клеточная инженерия растений	2				
4.1.1	Методы получения и поддержания культуры растительных клеток		6	1	7	
4.1.2	Реконструкция растительных клеток		4	1	5	
4.1.3	Культивирование изолированных протопластов		4	1	5	
4.2	Клеточная инженерия животных	2	4	1	7	
4.2.1	Методы культивирования клеток животных		4	1	5	
4.2.2	Получение и культивирование доимплантационных эмбрионов млекопитающих		4		4	
4.2.3	Репродуктивные технологии и их прикладное использование		4		6	
5	<b>Биоинженерия микроорганизмов</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>11</b>	
5.1	Генно-инженерные системы бактерий	2		1	3	
5.2	Методы направленного мутагенеза и трансгенеза микроорганизмов	2		1	3	
5.3	Использование биоинженерии в промышленной микробиологии		4	1	5	
6.	<b>Биоинженерия в медицине</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>3</b>	<b>17</b>	
6.1	Тканевая биоинженерия			1	5	
6.2	Биоинженерные подходы в создании искусственных органов	2	4	1	7	
6.3	Нанотехнологии в медицине.	2	2	1	5	
7	<b>Биоинженерные подходы в контроле и охране окружающей среды</b>	<b>2</b>	<b>8</b>	<b>2</b>	<b>12</b>	
7.2	Индикация генетических последствий антропогенного загрязнения экосистем.	2	4	1	7	
7.3	Методы исследования мутагенов с использованием высших растений и животных		4	1	5	
	<b>Контрольная работа</b>			<b>12</b>	<b>12</b>	
	<b>Зачет с оценкой</b>			<b>12</b>	<b>12</b>	
	<b>Итого:</b>	<b>30</b>	<b>64</b>	<b>50</b>	<b>144</b>	

Учебная деятельность состоит из лекций, лабораторных занятий, самостоятельной работы, курсового проекта.

### 3.1.Содержание отдельных разделов и тем

#### Раздел 1. Общие сведения о биоинженерии

##### Тема 1.1. Биотехнология: понятие и основные направления.

Биоинженерия – передовая часть биотехнологии. Определение биотехнологии и биоинженерии, области исследований. Объекты биоинженерии. Социальные, этические, экологические проблемы биотехнологии. Биоэтика, биобезопасность. Правовой контроль биотехнологической деятельности.

## **Раздел 2. Генетическая инженерия**

### **Тема 2.1. Химические основы генетической инженерии.**

Строение и свойства ДНК. Денатурация, ренатурация. Ферменты-нуклеазы. Рестриктазы, их свойства, классификация, номенклатура. ДНК-полимераза. Электрофорез фрагментов ДНК. Построение карт рестрикции. Лигаза. Обратная транскриптаза, Терминальная трансфераза. Методы создания рекомбинантных ДНК. Коннеторный, рестриктазно-лигазный. Линкер.

### **Тема 2.2. Клонирование генов – стратегия генной инженерии.**

Клонирование генов в бактериальных геномах. Векторы. Принципы создания и типы векторных систем. Методы внесения векторов в клетки бактерий. Системы переноса рекомбинантных молекул в реципиентную клетку. Векторы созданные на основе бактериофагов, вирусов, агробактерий (Fi- и Ri- плазмиды), митохондриальной и хлоропластной ДНК, гибридные векторы. Искусственные физико- химические системы переноса, генетического материала: микроинъекция ДНК; бомбардировка частицами тяжелых металлов, покрытых ДНК; электропорация; Са-фосфатный метод соосаждения ДНК; использование полимеров и генов - репортеров. Клонирование генов и их идентификация, экспрессия клонированных генов. Разделение смеси бактерий с помощью селективных сред. Библиотеки генов. Методы скрининга библиотек. Внеклеточное молекулярное клонирование (ПЦР). Секвенирование генов. Понятие геномики, протеомики, метаболомики. Биоинформатика.

### **Тема 2.3. ДНК-технологии.**

Использование ДНК-методов для диагностики инфекционных и наследственных болезней, идентификации личности. ДНК-маркеры, их использование в селекции, медицине и ветеринарии, криминалистике. Полиморфизм длин рестриктных фрагментов и его применение в картировании геномов. Геномная дактилоскопия. Фармакогенетика и фармакогеномика.

### **Тема 2.4. Трансгенные организмы**

Понятие трансгенеза, генетически модифицированных (ГМО), или трансгенных организмов. История экспериментов по генетической трансформации животных. Методы создания трансгенных животных. Классификация типов трансгенеза и ГМО. Основные направления создания и использования трансгенных животных. Трансгенные растения: методика получения, перспективы использования. Ген-модифицированные микроорганизмы. Использование методов генетической инженерии для получения некоторых пептидов и белков: инсулин человека;  $\alpha$  -,  $\beta$  -,  $\gamma$  - интерферон, соматотропин, соматостатин, брадикинин, коровий антиген вируса гепатита В, капсидный белок вируса ящура, реннин телянка. Получение трансгенных животных и растений. Создание трансгенов устойчивых к вирусным, бактериальным и грибковым инфекциям. Создание биопестицидов (микробиологические пестициды). Повышение эффективности процесса фотосинтеза с помощью методов генной инженерии. Генно-инженерные подходы к решению проблемы усвоения азота. Создание штаммов микроорганизмов с повышенной интенсивностью азотофиксация. Изменение генотипа растений с целью повышения способности к симбиогенезу. Введение генов азотофиксация в клетки микроорганизмов, не обладающих способностью к фиксации азота, и растений. Клонирование генов симбиогенеза. Повышение устойчивости растений к низким температурам методами генной инженерии микроорганизмов. Применение методов генной инженерии для улучшения аминокислотного состава запасных белков растений. Создание новых высокопродуктивных клеточных штаммов. Генотерапия. Социальные аспекты использования ГМО. Биоэтика. Безопасность продуктов питания из сырья, полученного с помощью ген-модифицированных организмов.

### **Раздел 3. Белковая инженерия**

**Тема 3.1. Белки как объект биоинженерии.** Строение белковой молекулы. Аминокислоты. Полипептидные цепи. Химические связи, альфа спирали, бета слои. Уровни структурной организации белковых молекул.

**Тема 3.2. Проектирование новых белков и ферментов.** Редизайн и de-novo дизайн белковых молекул. Направленная модификация и направленная эволюция белка.

**Тема 3.3. Направленный мутагенез.** Молекулярные методы искусственного создания мутаций: ПЦР, TALE и др.

**Тема 3.4. Инженерная энзимология.** Задачи инженерной энзимологии. Классификация, свойства ферментов. Ферментные препараты, особенности получения, применения. Получение микробных высокоочищенных ферментных препаратов. Культивирование продуцентов ферментов. Технологический цикл и стадийность процесса производства ферментов. Методы выделения и очистки. Переработка культуральной жидкости. Хроматографическое фракционирование ферментов. Имобилизованные ферменты и клетки. Мембранные реакторы, полимерные биоматериалы. Продуценты и среды. Типы ферментационных процессов (твердофазное поверхностное и глубинное). Аппаратура. Применение. Растворимые и имобилизованные ферменты. Методы иммобилизации ферментов. Адсорбция, включение в гели, химическая сшивка и присоединение. Характеристика применяемых подложек. Техника иммобилизации. Свойства имобилизованных ферментов.

Особенности процессов на основе имобилизованных ферментов. Типы реакционных аппаратов. Процессы получения целевых продуктов на основе имобилизованных ферментов. Имобилизованные ферменты в пищевой промышленности, тонком органическом синтезе. Ферменты и микроанализ. Биологические микроустройства. Типы ферментных электродов. Биoluminesцентный микроанализ.

### **Раздел 4. Основы клеточной инженерии.**

**Тема 4.1. Клеточная инженерия растений.** Возможности клеточной инженерии в растениеводстве. Краткая история развития методов клеточной инженерии. Создание клеточных культур растений. Типы клеточных культур. Тотипотентность растительных клеток и регенерация растений.

**Тема 4.2. Реконструкция растительных клеток.** Получение клеточных фрагментов (цитопластов, кариопластов, капель цитоплазмы и др.) и особенности их использования в клеточной инженерии. Энуклеация клеток. Пересадка (трансплантация) ядер и других органелл. Дедифференцирующий эффект цитоплазмы. Изучение специфики взаимодействия генетически модифицированных растений с дикорастущими родичами в естественных популяциях, в центрах их происхождения и фитоагроценозах. Разработка и испытание молекулярно-генетических систем для оценки вертикального переноса при испытаниях на биобезопасность ГМ растений. Тесты по оценке безопасности трансгенных растений на органы и системы человека.

**Тема 4.3. Культивирование изолированных протопластов.** Парасексуальное скрещивание. Методы гибридизации клеток. Механизмы слияния клеток и объединения их геномов. Особенности строения клеточных гибридов.

**Тема 4.4. Клеточная инженерия животных.** Краткая история развития методов культивирования клеток животных. Соматическая гибридизация клеток животных. Образование гибридом их значение.

**Тема 4.5. Методы культивирования клеток животных** Создание клеточных культур животных. Типы культивируемых животных клеток. Культура опухолевых клеток. Схема отбора гибридом в селективной среде. Использование моноклональных антител в области диагностики и лечения заболеваний, идентификации и дифференциации возбудителей инфекций, изучении иммунной системы организма; аффинная хроматография биологически активных соединений.

**Тема 4.6. Эмбриоинженерия.** Получение и культивирование предимплантационных эмбрионов млекопитающих. Трансплантация эмбрионов, Приемы регуляции репродуктивной функции самок животных. Культивирование половых клеток, оплодотворение *in vitro*. Метод ОРУ. Перенос геномов путем трансплантации ядер и метафазных хромосом. Гибридизация соматических и половых эмбриональных клеток. Технология получения гибридом. Биотехнология производства моноклональных антител. Методы клонирования животных. Пересадка ядер соматических клеток в энуклеированную яйцеклетку. Дисекция эмбрионов. Значение метода клонирования для животноводства, медицины. Этические аспекты клонирования. Биоэтика. Соматическая гибридизация. Агрегация морул. Инъекция бластомеров в бластоцисту.

**Тема 4.7. Репродуктивные технологии и их прикладное использование.** Этапы технологии трансплантации эмбрионов. Прикладное и научное значение метода Т.Э. Роль Т.Э. в повышении плодовитости, в селекции, сохранении генофонда пород и видов животных. Овогенез и фолликулогенез, его стадии. Гормональная регуляция. Понятие полового цикла, его стадии и фазы. Суперовуляция. Синхронизация половых циклов. Гормональные препараты для вызывания суперовуляции и синхронизации охоты самок, их свойства, действие. Методы и схемы гормональных обработок. Факторы, влияющие на эффективность суперовуляции. Строение гамет, этапы оплодотворения. Ранний эмбриогенез. Стадии развития эмбрионов, строение, обозначение. Технология экстракорпорального оплодотворения (ЭКО) и его значение для животноводства.

Современные подходы к созданию и сохранению новых пород. Регуляция пола.

## **Раздел 5. Биоинженерия микроорганизмов.**

### **Тема 5.1. Генно-инженерные системы бактерий.**

**Тема 5.2. Методы направленного мутагенеза и трансгенеза микроорганизмов.** Методы получения штаммов для промышленного производства. Механизмы интенсификации процессов получения продуктов клеточного метаболизма («сверхсинтез»): ретроингибирование, индукция и репрессия биосинтеза ферментов, катаболитная репрессия. Конститутивные и индуцибельные ферменты. Структурные, регуляторные, ауксотрофные и ауксотрофно-регуляторные мутанты и методы их отбора. Контроль клеточного метаболизма и эффекты проницаемости мембран.

**Тема 5.3. Использование биоинженерии в промышленной микробиологии.** Особенности роста культуры микроорганизмов. Аппаратура для реализации биотехнологических процессов и получения конечного продукта. Типы ферментационных аппаратов, применяемых в анаэробных и аэробных процессах ферментации /поверхностное культивирование, глубинное, гомогенное проточное и периодическое/. Классификация систем аэрации и перемешивания. Аппаратура для конечной стадии биотехнологических производств и получения готового продукта. Совокупность методов для контроля и управления биотехнологическими процессами. Моделирование и оптимизация процессов получения целевых продуктов. Критерии оценки эффективности биотехнологических процессов: скорость роста продуцента, выход продукта, экономический коэффициент и непродуктивные затраты энергии, энергозатраты и затраты и обезвреживание отходов. Технологические факторы, влияющие на производительность и экономику биотехнологических процессов.

## **Раздел 6. Биоинженерия в медицине**

**Тема 6.1. Тканевая биоинженерия.** Репродуктивная технология ЭКО и ПЭ. Терапевтическое и репродуктивное клонирование, технологические трудности и ограничения. Законодательство о запрете на клонировании человека. Клонирование генов.

ДНК-диагностика. Генетическое тестирование. Генетическая диагностика (определение предрасположенности, подбор лекарственной терапии). Подбор индивидуальных норм и способов лечения с учетом генетического профиля пациента. Выявление индивидуальной подверженности профессиональным и средовым факторам риска. Генная терапия (лечение иммунодефицитов, некоторых моногенных болезней, некоторых форм рака и СПИДа). Основные подходы к устранению генных дефектов посредством генотерапии (введение нормальной копии гена, угнетение избыточной экспрессии гена, усиление иммунного ответа организма). Способы доставки нормального гена в организм, векторные системы. Метод химеропластики и специфическая активация нормальных генов - гомологов мутантных. Метод переноса ядра миобласта донора в миофибриллу больного при дефекте гена дистрофина. Биоэтические проблемы генотерапии.

**Тема 6.2. Биоинженерные подходы в создании искусственных органов.** Создание новых биообъектов в целях медицинского применения. Биоинженерные подходы в решении проблем трансплантации органов. Выращивание органов для компенсации пониженных или утраченных физиологических функций — перспективная биоинженерная технология; успехи, основные проблемы и задачи направления. Эксперименты по выращиванию трахеи, почек, печени и других органов вне организма. Создание искусственной крови. Биоинженерия выращивания зубов. Использование биоинженерных технологий в косметологии. Искусственные органы. Необходимые параметры идеального искусственного органа. Разработка искусственных суставов, кардиостимуляторов, артроскопии, ангиопластики, биоинженерных протезов кожи, почечного диализа, аппаратов искусственного кровообращения. Создание и использование биокомпьютеров и нанороботов.

**Тема 6.3. Нанотехнологии в медицине.** Перспективы имплантации наноустройств в организм человека. Использование наночастиц для адресной доставки лекарственных средств, тепла, света к конкретным типам клеток. Трансфекция генов в мутантные клетки (трахеи, бронхов, структур глаза) с помощью желатиновых наночастиц. Использование нанороботов при проведении диагностических операций. Перспективы комплексного применения нано- и биоинженерных технологий в кардиологии, гематологии, травматологии, стоматологии и имплантологии. Наноматериалы в технологии изготовления внутрисердечных и внутрисосудистых имплантантов. Нанобиотехнологии для создания новых классов кровезаменителей, лишенных недостатков донорской крови. Методы регенерации костной ткани, основанные на применении наноматериалов. Вопросы безопасности наноматериалов и нанотехнологии для здоровья человека.

## **Раздел 7. Биотехнологические подходы в охране окружающей среды**

**Тема 7.1. Индикация генетических последствий антропогенного загрязнения экосистем.** Молекулярно-генетические методы оценки генетического полиморфизма видов растений и животных. Сохранение генофонда организмов (коллекции и генные банки). Сохранение уникальных генотипов растений и штаммов-продуцентов в культуре клеток. Особенности криоконсервации клеточных линий. Криоконсервация половых клеток и эмбрионов. Криоконсервация семян.

**Тема 7.2. Методы исследования мутагенов с использованием высших растений и животных. Тест-системы для выявления мутагенов.** Методы выявления мутагенов окружающей среды. Бактериальные тест-системы с использованием метаболитов тканей млекопитающих. Цитогенетическая методика тестирования на культуре ткани животных, лимфоцитах человека для анализа структурных мутаций хромосом. Тест с использованием метода доминантных деталей (выявление мутаций, которые вызывают гибель эмбрионов на самых ранних стадиях развития) на млекопитающих, в особенности на мышах. Прямое тестирование мутаций в клетках млекопитающих и человека как в культуре ткани, так и *in vivo*. Процедура тестирования. Тест Эймса. Цитогенетические методы. Методы учета хромосомных aberrаций



#### 4. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

##### 4.1. Список основной литературы

- ✓1. Якупов, Т. Р. Молекулярная биотехнология. Биоинженерия : учебное пособие / Т. Р. Якупов. — Казань : КГАВМ им. Баумана, 2018. — 157 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/122951>
- ✓2. Куцев, М. Г. Биоинженерия растений. Основные методы : учебное пособие / М. Г. Куцев, М. В. Скапцов, И. Е. Ямских. — Красноярск : СФУ, 2020. — 80 с. — ISBN 978-5-7638-4321-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/181629>.

##### 4.2. Список дополнительной литературы

- ✓1. Практикум по молекулярной генетике и биоинженерии : учебно-методическое пособие / составители М. Ю. Сыромятников [и др.]. — Воронеж : ВГУ, 2016. — 55 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/165370>
- ✓2. Плотникова, Л. Я. Сельскохозяйственная биотехнология / Л. Я. Плотникова. — Омск : Омский ГАУ, 2014. — 80 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/60692>
- ✓2. Сельскохозяйственная биотехнология: учебник для студ.вузов по с.-х.спец. (под. Ред. Шевелухи В.С.). — М.: Высш. шк., 2003. — 469 с.
- ✓3. Клунова, С.М. Биотехнология: учебник для высш. пед. проф. образования / С.М. Клунова, Т.а. Егорова, Е.А. Живухина. — Москва: Академия, 2010. — 256 с.
- ✓4. С.Н. Щелкунов. Генетическая инженерия: учеб. пособие./ С.Н. Щелкунов //- Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2004.- 496 с.

##### 4.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Таблица 3. Перечень информационных ресурсов

№ п/п	Наименование	Адрес
1.	Электронный учебник по биотехнологии	<a href="http://www.biotechnolog.ru">www.biotechnolog.ru</a>
2.	БИОФАСТ Портал о биотехнологиях. Новости, научные статьи авторов.	<a href="http://biofact.by/">http://biofact.by/</a>
3.	Биомолекула	<a href="http://www.biomolecula.ru">http://www.biomolecula.ru</a>
4.	Общество биотехнологов России	<a href="http://www.biorosinfo.ru/press/chtotakoebiotekhnologija/">http://www.biorosinfo.ru/press/chtotakoebiotekhnologija/</a>
5.	Биотехнологии. Теория и практика	<a href="http://www.biotechlink.org/">http://www.biotechlink.org/</a>
6.	Электронное пособие по биотехнологии	<a href="http://www.rusdocs.com/biotexnologii">http://www.rusdocs.com/biotexnologii</a>
7.	Сайт международного общества по трансплантации эмбрионов	<a href="http://www.iets.org">http://www.iets.org</a>

##### 4.4. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модулю) и самостоятельной работы

1. Биоинженерия. Методические указания для выполнения контрольной работы / Новосиб. гос. аграр. ун-т., Биолого-технол. ф-т; сост.: В.Г. Маренков. — Новосибирск, 2022. — 16 с.

**4.5. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения и информационных справочных систем, наглядных пособий**

1. Использование виртуальной лаборатории «Основы эмбриотехнологии лабораторных животных»

Таблица 4. Перечень лицензионного программного обеспечения

№ п/п	Наименование	Тип лицензии или правообладатель
1.	MS Windows 2007	Microsoft
2.	MS Office 2007 prof (Word, Excel, Access, PowerPoint)	Microsoft
3.	Браузер Mozilla FireFox	Mozilla Public License
4.	Файловый менеджер Free Commander	Бесплатная

Таблица 5. Перечень плакатов (по темам), карт, стендов, макетов, презентаций, фильмов и т.д.

№ п/п	Тип	Наименование	Примечание
1.	Видеофильм	Трансплантация эмбрионов	28 мин.
2.	Видеофильм	Сиббиофарм	20 мин.
3.	Видеофильм	Генетически модифицированные растения	65 мин.
4.	Видеофильм	Гены против нас	75 мин.
5.	Презентации	Лабораторный практикум «Основы эмбриотехнологии»	
6.	Презентации лекций	Введение в биотехнологию	458 слайдов
7.	Электронное учебное пособие	«Генетика»	

**5. Описание материально-технической базы**

Таблица 6. Перечень используемых помещений:

№ аудитории	Тип аудитории	Перечень оборудования
НК-511	Аудитория для лабораторных и практических занятий, текущего контроля и промежуточной аттестации, групповых и индивидуальных консультаций	Стационарный мультимедийный проектор, ноутбук, экран 3х4 м, аудиооборудование (колонки), центрифуги 2 шт, рефрактометр, электрическая плитка
3-101	Аудитория для занятий лекционного типа	Стационарный мультимедийный проектор, ноутбук, экран 3х4 м, доска маркерная, аудиооборудование (микрофон, колонки)
3-108	Аудитория для занятий семинарского типа, практических занятий, текущего контроля и промежуточной аттестации, групповых и индивидуальных консультаций	Микроскопы «Микромед» Р-1, счетчик лабораторный С-5, доска аудиторная, динамометр кистевой ДК-100, спирометр суховоздушный портотивный, элетрокардиограф ЭК-1Т-07, тонометр со встроенным

		стетоскопом АТ-12, тонометр механический.
3-210	Аудитория для лабораторных и практических занятий, текущего контроля и промежуточной аттестации, групповых и индивидуальных консультаций	Ноутбук, переносной проектор, экран.

#### 6. Порядок аттестации студентов по дисциплине

Для аттестации студентов по дисциплине используется балльно-рейтинговая система. Исходные данные по дисциплине: количество кредитов – 3, лекций – 26 часов, лабораторных занятий – 28 часа, самостоятельная работа – 54 часа, всего 108 часов.

Таблица 7. Балльная структура оценки

Вид работы студента	Ед. изм.	Балл	Объем	Всего
Посещение лекций	час	1	26	26
Посещение ЛПЗ	час	1	28	28
Выполнение заданий на ЛПЗ	раз	2	14	28
Выполнение заданий самостоятельной работы	шт.	1	26	26
Контрольная работа	раз	1...10	1	10
<b>ИТОГО:</b>				<b>108</b>

*Зачёт выставляется студенту, если им в течение семестра набрано более 54 баллов.*

#### 7. Согласование рабочей программы

Соответствует учебному плану, утвержденному Ученым советом ФГБОУ ВО Новосибирского ГАУ, протокол от « 29 » сентября 2022 г. № 7.

Рабочая программа обсуждена и утверждена на заседании кафедры  
протокол от « 5 » октября 2022 г., № 2.

Заведующий кафедрой

(должность)

  
подпись

Н.Н. Кочнев

ФИО

Председатель учебно-методического  
совета, д.б.н., профессор

(должность)

  
подпись

М.Л. Кочнева

ФИО