

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ**  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**  
**«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНЖЕНЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»**

**УТВЕРЖДАЮ**  
Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ Василенко В.Н.  
(подпись) (Ф.И.О.)  
«25» мая 2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА  
ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ГЕННАЯ ИНЖЕНЕРИЯ**

Направление подготовки  
**19.03.01 Биотехнология**

Направленность (профиль)  
**Промышленная и пищевая биотехнология**

Квалификация выпускника  
**бакалавр**

---

ВОРОНЕЖ

## 1. Цели и задачи дисциплины

Целью освоения дисциплины «Генная инженерия» подготовка выпускника к решению следующих задач:

- управление отдельными стадиями действующих биотехнологических производств;
- контроль за соблюдением технологической дисциплины;
- организация и проведение входного контроля сырья и материалов;
- использование типовых методов контроля качества выпускаемой продукции;
- участие в работах по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции;

## 2. Перечень планируемых результатов обучения, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций (таблица).

№ п/п	Код компетенции	Содержание компетенции	В результате изучения учебной дисциплины обучающийся должен:		
			знать	уметь	владеть
1	ПК-8	способностью работать с научно-технической информацией, использовать российский и международный опыт в профессиональной деятельности	типовые схемы и основные стадии биотехнологического производства	выявлять цели и задачи биотехнологии в различных областях хозяйственной деятельности человека, предлагать возможные способы их решения	навыками работы с научно-технической информацией

## 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Курс вариативной части цикла Б1 «Генная инженерия» (дисциплина по выбору) базируется на знаниях, умениях и компетенциях, сформированных при изучении дисциплин: Введение в технологию отрасли; Теоретические основы биотехнологии; Биохимия; Общая и молекулярная биология

Дисциплина «Генная инженерия» является предшествующей для освоения дисциплин: Биотехнология биологически активных веществ; Основы оптимизации стадий биотехнологических процессов; Технология ферментных препаратов.

## 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц.

Виды учебной работы	Всего часов	Семестр
		6
	акад.	акад.
Общая трудоемкость дисциплины	180	180
<b>Контактная работа, в т. ч. аудиторные занятия:</b>	<b>91</b>	<b>91</b>
Лекции	18	18
В том числе в форме практической подготовки	18	18
Практические занятия (ПЗ)	36	36
В том числе в форме практической подготовки	36	36

Лабораторные работы (ЛБ)	36	36
В том числе в форме практической подготовки	36	36
Консультации текущие	0,9	0,91
<b>Виды аттестации (зачет, экзамен)</b>	0,1	0,1
<b>Самостоятельная работа:</b>	<b>89</b>	<b>89</b>
Проработка материалов по конспекту лекций	28	28
Проработка материалов по учебникам, учебным пособиям	27	27
Подготовка к дискуссии по теме практического занятия	12	12
Подготовка к дискуссии по теме лабораторной работы	12	12
Подготовка к тестированию	10	10

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

### 5.1 Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Общая трудоемкость, час
1.	Общие принципы и методы генетической инженерии	Ферменты генетической инженерии. Методы конструирования гибридных молекул ДНК in vitro. Векторные молекулы ДНК. Введение молекул ДНК в клетки. Методы отбора гибридных клонов. Методы химико-ферментативного синтеза двухцепочечных фрагментов ДНК	60
2.	Векторная система грамотрицательной бактерии <i>Escherichia coli</i>	Введение плазмидных и фаговых молекул ДНК в клетки <i>E. coli</i> . Молекулярные векторы <i>E. coli</i> .	19
3.	Достижение повышенной продукции белков, кодируемых генами, клонированными в клетках <i>Escherichia coli</i> .	Эффект дозы гена при молекулярном клонировании. Влияние эффективности транскрипции клонированных генов на уровень их экспрессии. Повышение эффективности трансляции матричных РНК. Стабилизация чужеродных мРНК и белков в клетках <i>E. coli</i>	10
4.	Экспрессия клонированных эукариотических генов в клетках <i>Escherichia coli</i>	Сравнительный анализ организации и реализации генетической информации у прокариот и эукариот. Экспрессия хромосомных эукариотических генов в клетках <i>E. coli</i> . Клонирование ДНК-копий эукариотических матричных РНК и их экспрессия в клетках <i>E. coli</i> . Экспрессия в <i>E. coli</i> химико-ферментативно синтезированных ген-эквивалентов эукариотических полипептидов.	15
5.	Конструирование штаммов — продуцентов первичных метаболитов на основе <i>Escherichia coli</i>	Конструирование штаммов — продуцентов первичных метаболитов на основе <i>Escherichia coli</i>	9
6.	Направленный мутагенез молекул ДНК in vitro	Генно-инженерные делеции и вставки последовательностей ДНК. Статистический мутагенез гибридных ДНК. Сегмент-направленный мутагенез in vitro. Олигонуклеотид-направленный мутагенез in vitro.	11
7.	Белковая инженерия	Получение новых форм белков олигонуклеотид-направленным мутагенезом. Изучение доменной структуры белков. Создание белков с гибридными свойствами. Иммунотоксины. Фаговый дисплей.	16

8.	Векторные системы грамотрицательных бактерий, не относящихся к роду <i>Escherichia</i>	Плазмиды широкого круга хозяев. Молекулярные векторы на основе плазмид группы несовместимости IncQ. Молекулярные векторы на основе плазмид группы несовместимости IncP. Использование векторов широкого круга хозяев для молекулярно-генетических исследований грамотрицательных бактерий. Бифункциональные (челночные) векторные плазмиды.	13
9.	Генно-инженерная система грамположительных бактерий рода <i>Bacillus</i>	Введение молекул ДНК в клетки <i>Bacillus</i> . Молекулярные векторы <i>Bacillus</i> . Экспрессия чужеродных генов в клетках <i>Bacillus</i> . Стабильность плазмид в клетках <i>B. subtilis</i>	10
10.	Генно-инженерная система дрожжей <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	Генетическая организация дрожжей-сахаромицетов. Плазмиды <i>S. cerevisiae</i> . Плазмидная трансформация клеток дрожжей. Молекулярные векторы <i>S. cerevisiae</i> . Клонирование генов в клетках <i>S. cerevisiae</i> .	16

## 5.2 Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час	СРО, час
1.	Общие принципы и методы генетической инженерии	2	36	6	16
2.	Векторная система грамотрицательной бактерии <i>Escherichia coli</i>	2	-	6	11
3.	Достижение повышенной продукции белков, кодируемых генами, клонированными в клетках <i>Escherichia coli</i> .	2	-	2	6
4.	Экспрессия клонированных эукариотических генов в клетках <i>Escherichia coli</i>	2	-	4	9
5.	Конструирование штаммов — продуцентов первичных метаболитов на основе <i>Escherichia coli</i>	2	-	-	7
6.	Направленный мутагенез молекул ДНК <i>in vitro</i>	4	-	-	7
7.	Белковая инженерия	2	-	4	10
8.	Векторные системы грамотрицательных бактерий, не относящихся к роду <i>Escherichia</i>	-	-	6	7
9.	Генно-инженерная система грамположительных бактерий рода <i>Bacillus</i>	-	-	4	6
10.	Генно-инженерная система дрожжей <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	2	-	4	10

### 5.2.1 Лекции

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тематика лекционных занятий	Трудоемкость, час
1.	Общие принципы и методы генетической инженерии	Ферменты генетической инженерии.	2
2.	Векторная система грамотрицательной бактерии <i>Escherichia coli</i>	Введение плазмидных и фаговых молекул ДНК в клетки <i>E. coli</i> .	2

3.	Достижение повышенной продукции белков, кодируемых генами, клонированными в клетках <i>Escherichia coli</i> .	Эффект дозы гена при молекулярном клонировании. Влияние эффективности транскрипции клонированных генов на уровень их экспрессии.	2
4.	Экспрессия клонированных эукариотических генов в клетках <i>Escherichia coli</i>	Сравнительный анализ организации и реализации генетической информации у прокариот и эукариот. Экспрессия хромосомных эукариотических генов в клетках <i>E. coli</i> .	2
5.	Конструирование штаммов — продуцентов первичных метаболитов на основе <i>Escherichia coli</i>	Конструирование штаммов — продуцентов первичных метаболитов на основе <i>Escherichia coli</i>	2
6.	Направленный мутагенез молекул ДНК <i>in vitro</i>	Генно-инженерные делеции и вставки последовательностей ДНК. Статистический мутагенез гибридных ДНК. Сегмент-направленный мутагенез <i>in vitro</i> . Олигонуклеотид-направленный мутагенез <i>in vitro</i> .	4
7.	Белковая инженерия	Получение новых форм белков олигонуклеотид-направленным мутагенезом. Изучение доменной структуры белков.	2
8.	Векторные системы грамотрицательных бактерий, не относящихся к роду <i>Escherichia</i>	-	-
9.	Генно-инженерная система грамположительных бактерий рода <i>Bacillus</i>	-	-
10.	Генно-инженерная система дрожжей <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	Генетическая организация дрожжей-сахаромицетов. Плазмиды <i>S. cerevisiae</i> .	2

### 5.2.2 Практические занятия

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Наименование практического занятия	Трудоемкость, час
1	Общие принципы и методы генетической инженерии	Методы конструирования гибридных молекул ДНК <i>in vitro</i> . Векторные молекулы ДНК. Введение молекул ДНК в клетки. Методы отбора гибридных клонов. Методы химико-ферментативного синтеза двухцепочечных фрагментов ДНК	6
2.	Векторная система грамотрицательной бактерии <i>Escherichia coli</i>	Молекулярные векторы <i>E. coli</i> .	6
3.	Достижение повышенной продукции белков, кодируемых генами, клонированными в клетках <i>Escherichia coli</i> .	Повышение эффективности трансляции матричных РНК. Стабилизация чужеродных мРНК и белков в клетках <i>E. coli</i>	2

4.	Экспрессия клонированных эукариотических генов в клетках <i>Escherichia coli</i>	Клонирование ДНК-копий эукариотических матричных РНК и их экспрессия в клетках. <i>E. coli</i> . Экспрессия в <i>E. coli</i> химико-ферментативно синтезированных ген-эквивалентов эукариотических полипептидов.	4
5.	Конструирование штаммов — продуцентов первичных метаболитов на основе <i>Escherichia coli</i>	-	-
6.	Направленный мутагенез молекул ДНК <i>in vitro</i>	-	-
7.	Белковая инженерия	Создание белков с гибридными свойствами. Иммунотоксины. Фаговый дисплей.	4
8.	Векторные системы грамотрицательных бактерий, не относящихся к роду <i>Escherichia</i>	Плазмиды широкого круга хозяев. Молекулярные векторы на основе плазмид группы несовместимости IncQ. Молекулярные векторы на основе плазмид группы несовместимости IncP. Использование векторов широкого круга хозяев для молекулярно-генетических исследований грамотрицательных бактерий. Бифункциональные (челночные) векторные плазмиды.	6
9.	Генно-инженерная система грамположительных бактерий рода <i>Bacillus</i>	Введение молекул ДНК в клетки <i>Bacillus</i> . Молекулярные векторы <i>Bacillus</i> . Экспрессия чужеродных генов в клетках <i>Bacillus</i> . Стабильность плазмид в клетках <i>B. subtilis</i>	4
10.	Генно-инженерная система дрожжей <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	Плазмидная трансформация клеток дрожжей. Молекулярные векторы <i>S. cerevisiae</i> . Клонирование генов в клетках <i>S. cerevisiae</i> .	4

### 5.2.3 Лабораторный практикум

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Наименование лабораторного занятия	Трудоемкость, час
1.	Общие принципы и методы генетической инженерии	Выделение геномной ДНК.	4
		Выделение плазмидной ДНК.	4
		Электрофорез.	4
		Ген BDNF.	4
		Понятие ПЦР.	4
		Проведение ПЦР.	4
		Рестрикционный анализ	12
2.	Векторная система грамотрицательной бактерии <i>Escherichia coli</i>	-	-
3.	Достижение повышенной продукции белков, кодируемых генами, клонированными в клетках <i>Escherichia coli</i> .	-	-
4.	Экспрессия клонированных эукариотических генов в клетках <i>Escherichia coli</i>	-	-
5.	Конструирование штаммов — продуцентов первичных метаболитов на основе <i>Escherichia coli</i>	-	-
6.	Направленный мутагенез молекул ДНК <i>in vitro</i>	-	-

7.	Белковая инженерия	-	-
8	Векторные системы грамотрицательных бактерий, не относящихся к роду <i>Escherichia</i>	-	-
9.	Генно-инженерная система грамположительных бактерий рода <i>Bacillus</i>	-	-
10.	Генно-инженерная система дрожжей <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	-	-

#### 5.2.4 Самостоятельная работа обучающихся (СРО)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Вид СРО	Трудоемкость, час
1	Общие принципы и методы генетической инженерии	Проработка материалов по конспекту лекций	4
		Проработка материалов по учебникам	2
		Подготовка к дискуссии по теме практического занятия	5
		Подготовка к дискуссии по теме лабораторной работы	4
2	Векторная система грамотрицательной бактерии <i>Escherichia coli</i>	Проработка материалов по конспекту лекций	4
		Проработка материалов по учебникам	3
		Подготовка к дискуссии по теме практического занятия	3
		Подготовка к тестированию	1
3	Достижение повышенной продукции белков, кодируемых генами, клонированными в клетках <i>Escherichia coli</i> .	Проработка материалов по конспекту лекций	2
		Проработка материалов по учебникам	2
		Подготовка к дискуссии по теме практического занятия	1
		Подготовка к тестированию	1
4	Экспрессия клонированных эукариотических генов в клетках <i>Escherichia coli</i>	Проработка материалов по конспекту лекций	4
		Проработка материалов по учебникам	2
		Подготовка к дискуссии по теме практического занятия	2
		Подготовка к тестированию	1
5	Конструирование штаммов — продуцентов первичных метаболитов на основе <i>Escherichia coli</i>	Проработка материалов по конспекту лекций	4
		Проработка материалов по учебникам	2
		Подготовка к тестированию	1
6	Направленный мутагенез молекул ДНК <i>in vitro</i>	Проработка материалов по конспекту лекций	2
		Проработка материалов по учебникам	4
		Подготовка к тестированию	1
7	Белковая инженерия	Проработка материалов по конспекту лекций	4
		Проработка материалов по учебникам	3
		Подготовка к дискуссии по теме практического занятия	2
		Подготовка к тестированию	1
8	Векторные системы грамотрицательных бактерий, не относящихся к роду <i>Escherichia</i>	Проработка материалов по учебникам	3
		Подготовка к дискуссии по теме практического занятия	3
		Подготовка к тестированию	1
9	Генно-инженерная	Проработка материалов по учебникам	3

	система грамположительных бактерий рода Bacillus	Подготовка к дискуссии по теме практического занятия	2
		Подготовка к тестированию	1
10	Генно-инженерная система дрожжей Saccharomyces cerevisiae	Проработка материалов по конспекту лекций	4
		Проработка материалов по учебникам	3
		Подготовка к дискуссии по теме практического занятия	2
		Подготовка к тестированию	1

## 6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 6.1 Основная литература

1. Щелкунов С.Н. Генетическая инженерия: учебно-справочное пособие. — Новосибирск: Сибирское университетское издательство, 2010, <http://www.iprbookshop.ru/5668>

### 6.2 Дополнительная литература

1. Тузова Р.В., Ковалев Н.А. Молекулярно-генетические механизмы эволюции органического мира. Генетическая и клеточная инженерия: монография. - Белорусская наука, 2010, <http://www.iprbookshop.ru/10115>

### 6.3 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся

Генная инженерия [Текст] : методические указания для самостоятельной работы обучающихся / Воронеж. гос. ун-т инж. технол.; сост. Д.А. Черенков, О. С. Корнеева. – Воронеж : ВГУИТ, 2016. - 14 с. – Режим доступа: <http://education.vsu.ru/mod/resource/view.php?id=55733>. – Загл. с экрана.

### 6.4 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. Сайт научной библиотеки ВГУИТ <<http://cnit.vsu.ru>>.
2. Базовые федеральные образовательные порталы. <[http://www.edu.ru/db/portal/sites/portal\\_page.htm](http://www.edu.ru/db/portal/sites/portal_page.htm)>.
3. Государственная публичная научно-техническая библиотека. <[www.gpntb.ru](http://www.gpntb.ru)>.
4. Информационно-коммуникационные технологии в образовании. Система федеральных образовательных порталов. <<http://www.ict.edu.ru>>.
5. Национальная электронная библиотека. <[www.nns.ru](http://www.nns.ru)>..
6. Российская государственная библиотека. <[www.rsl.ru](http://www.rsl.ru)>.
7. Российская национальная библиотека. <[www.nlr.ru](http://www.nlr.ru)>.
8. Информационно-поисковая система ФИПС. <<http://www1.fips.ru>>
9. Европейская патентная поисковая система EPO — EuropeanPatentOffice<<http://ep.espacenet.com>>
10. Ведомство патентов и торговых марок США US PatentandTrademarkOffice (USPTO) <<http://www.uspto.gov>>
11. Список поисковых систем патентов <[http://www.borovic.ru/index\\_p\\_14\\_p\\_2.html](http://www.borovic.ru/index_p_14_p_2.html)>
12. Поисковая система «Google». <<https://www.google.ru>>.
13. Поисковая система «Рамблер». <[www.rambler.ru](http://www.rambler.ru)>.
14. Поисковая система «Yahoo» . <[www.yahoo.com](http://www.yahoo.com)>.
15. Поисковая система «Яндекс». <[www.yandex.ru](http://www.yandex.ru)>.

## 6.5 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплин (модулей) в ФГБОУ ВО ВГУИТ [Электронный ресурс]

: методические указания для обучающихся на всех уровнях высшего образования

/ М. М. Данылиев, Р. Н. Плотникова; ВГУИТ, Учебно-методическое управление. -

Воронеж : ВГУИТ, 2016. – Режим доступа : <http://biblos.vsu.ru/MegaPro/Web/SearchResult/MarcFormat/100813>. - Загл. с экрана

## 6.6 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Обеспеченность процесса обучения техническими средствами полностью соответствует требованиям ФГОС по направлению подготовки. Материально-техническая база приведена в лицензионных формах и расположена по адресу <http://vsuet.ru>.

Используемые виды информационных технологий:

- Microsoft Windows XP, Microsoft Windows 7 (64-разрядная профессиональная), Microsoft Office 2007 Standart, Microsoft Office профессиональный 2010.

- «сетевая»: локальная сеть университета и глобальная сеть Internet.

## 7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Обеспеченность процесса обучения техническими средствами полностью соответствует требованиям ФГОС по направлению подготовки. Материально-техническая база приведена в лицензионных формах и расположена по адресу <http://vsuet.ru>.

Номер аудитории	Наименование объекта, подтверждающего наличие материально-технического обеспечения, с перечнем основного оборудования	Перечень основного оборудования
418	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, лабораторных и практических занятий, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (для всех направлений и специальностей)	Ферментный анализатор ПЛАГ-И, баня водяная УТ 4329Е, насос вакуумный Комовского, поляриметр СМ-3, ноутбук, мультимедийный проектор ACER, экран
414	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, лабораторных и практических занятий, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (для всех направлений и специальностей)	Аквадистиллятор ДЭ-10М, термостат с охлаждением ТСО-1/80, насос вакуумный Vacuum-Sel, баня водяная УТ 4329Е, насос вакуумный Комовского, испаритель ротационный Heidolph Hei-VAP Value, прибор Сокслета-01 КШ 9/32, прибор Элекс-7М аналог прибора Чижовой, холодильник, ноутбук, мультимедийный, проектор ACER, экран

403	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, лабораторных и практических занятий, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной	Ноутбук, мультимедийный проектор ACER, экран.
	аттестации (для всех направлений и специальностей)	
415	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, лабораторных и практических занятий, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (для всех направлений и специальностей)	Ячейка BioRad для блота Mini Trans-Blot с камерой комплект, аквадистиллятор АЭ-10 VIO, баня водяная LT-2 двухместная, вертикальная камера для электрофореза, термостат жидкостной 5 0K-20/0,05, устройство для намотки ватных пробок, pH-метр pH-150 МИ, насос вакуумный 2VP-2, водяной термостат Дольфин ОБН-8, фотометр планшетный Start Fax 2100, принтер внешний Awareness Technology для ФП анализатора Start Fax 2100, рефрактометр ИРФ 454 Б 2М, центрифуга CR3i, горизонтальные весы, прецизионные весы, микроцентрифуга вортекс «Microspin» FV-2400, центрифуга MiniSpin Eppendorf, термостат твердотельный с таймером ТТ-2-«Термит», источник питания Эльф-4, трансиллюминатор ETX-20С, электрофорезная камера Sub-Cell Sistem горизонтальная, термостат с охлаждением TCO-1/80, термостат 93 л (инкубатор), шейкер-инкубатор Multitron с платформой, термоциклер для амплификации нуклеиновых кислот 1000, шкаф холодильный DM-105S (ШХ-0.5ДС), термостат воздушный 1/20, автоклав автоматический MLS-3020U, стерилизатор паровой ВК-75, морозильник ММ-180 «Позис», сушилка лиофильная ЛС-500, бокс ультрафиолетовый УФ-1, ферментер автоклавируемый с программно-аппаратным комплексом на базе компьютера с монитором Ф-301, ноутбук ASUS, мультимедийный, проектор ACER, экран.

Самостоятельная работа обучающихся может осуществляться при использовании:

Зал научной литературы ресурсного центра ВГУИТ: компьютеры Regard - 12 шт.  
Студенческий читальный зал ресурсного центра ВГУИТ: моноблоки - 16 шт.

## **8 Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)**

**8.1 Оценочные материалы (ОМ)** для дисциплины включают в себя:

- перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы;
- описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания;
- типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы;
- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

**8.2** Для каждого результата обучения по дисциплине определяются показатели и критерии оценивания сформированности компетенций на различных этапах их формирования, шкалы и процедуры оценивания. ОМ представляются отдельным комплектом и входят в состав рабочей программы дисциплины. Оценочные материалы формируются в соответствии с П ВГУИТ «Положение об оценочных материалах».

Документ составлен в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 19.03.01 Биотехнология и профилю: «Промышленная и пищевая биотехнология».

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ  
ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

по дисциплине

**ГЕННАЯ ИНЖЕНЕРИЯ**

## 1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования

№ п/п	Код компетенции	Содержание компетенции	В результате изучения учебной дисциплины обучающийся должен:		
			знать	уметь	владеть
1	ОПК-4	способность понимать значения информации в развитии современного информационного общества, сознанием опасности и угрозы, возникающей в этом процессе, способностью соблюдать основные требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны	предмет, цель задачи дисциплины и ее значение для будущей профессиональной деятельности; основные этапы развития генетики и генетической инженерии роль отечественных ученых в ее создании и развитии	выделять генетическую компоненту в тех или иных адаптивных реакциях и их средовую обусловленность, ориентироваться в вопросах классической и современной генетики, решать генетические задачи; создавать новые комбинации генетического материала, с целью придания новых свойств и признаков живым организмам	основными методами работы с генетическим материалом; навыками решения генетических задач, работы с генетическими базами данных

## 2. Паспорт фонда оценочных средства по дисциплине

№ п/п	Контролируемые модули/разделы/темы дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или ее части)	Оценочные средства		Технология оценки (способ контроля)
			наименование	№№ заданий	
1	Введение	ОПК-4	Тест	38, 44-52	Бланочное или компьютерное тестирование
			Собеседование (зачет)	85-88	Контроль преподавателем
2	Культура клеток высших растений.	ОПК-4	Тест	53-58	Бланочное или компьютерное тестирование
			Собеседование (зачет)	117-124	Контроль преподавателем
		ОПК-4	Вопросы к практическому занятию	20-23	Контроль преподавателем
		ОПК-4	Вопросы к защите лабораторной работы	1-4	Контроль преподавателем
3	Создание трансгенных растений.	ОПК-4	Собеседование (зачет)	143-149	Контроль преподавателем
			Вопросы к практическому занятию	24-27	Контроль преподавателем
4	Синтез в растениях чужеродных белков медицинского назначения.	ОПК-4	Тест	59-68, 76	Бланочное или компьютерное тестирование
			Собеседование (зачет)	150-162	Контроль преподавателем

			Вопросы к защите лабораторной работы	5-8	Контроль преподавателем
		ОПК-4	Вопросы к практическому занятию	28-29	Контроль преподавателем
5	Основы микробиологического синтеза чужеродных белков	ОПК-4	Тест	80-82	Бланочное или компьютерное тестирование
			Собеседование (зачет)	89-105	Контроль преподавателем
		ОПК-4	Вопросы к практическому занятию	30-33	Контроль преподавателем
			Вопросы к защите лабораторной работы	9-12	Контроль преподавателем
6	Микробиологическое производство биологически-активных веществ и препаратов.	ОПК-4	Тест	83-84	Бланочное или компьютерное тестирование
			Собеседование (зачет)	106-116	Контроль преподавателем
		ОПК-4	Вопросы к защите лабораторной работы	13-15	Контроль преподавателем
7	Трансгенные животные.	ОПК-4	Тест	69-75, 77-79	Бланочное или компьютерное тестирование
			Собеседование (зачет)	125-142	Контроль преподавателем
		ОПК-4	Вопросы к защите лабораторной работы	16-19	Контроль преподавателем
		ОПК-4	Вопросы к практическому занятию	34-37	Контроль преподавателем

### 3. Оценочные средства для промежуточной аттестации

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

#### 3.1 Вопросы к защите лабораторной работы

**3.1.1 ОПК-4 – способность понимать значения информации в развитии современного информационного общества, сознанием опасности и угрозы, возникающей в этом процессе, способностью соблюдать основные требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны**

№ вопроса	Вопросы к собеседованию
1.	Охарактеризуйте рестриктазы и другие ферменты, применяемые в генной и инженерии, их разновидности, механизмы функционирования (а также лигазы, полимеразы)
2.	Строение плазмиды. Ориджины репликации. Совместимость плазмид.
3.	Назовите основные селективные маркеры. Полилинкер. Бело-голубая селекция.
4.	Чем отличаются Саузерн, Нозерн и Вестерн блоты?
5.	Гибридизация колоний.
6.	Принцип ПЦР. Конструирование праймеров.
7.	Условия денатурации, отжига и элонгации.
8.	Случайный и сайт-направленный мутагенез (точечный, делеционный, инсерционный).
9.	Какие методы прямой трансформации растений вы знаете?
10.	Каков ежегодный прирост площадей, занятых посевами трансгенных сортов с/х культур?
11.	Какие виды с/х культур разрешены для коммерческого выращивания?
12.	Какова доля площадей, занятых трансгенными растениями, приходится на сорта, устойчивые к гербицидам (к листогрызущим насекомым)?
13.	Преимущества и недостатки экспрессии рекомбинантных белков в E.coli. по сравнению с эукариотиче-

	скими системами экспрессии.
14.	Требования, предъявляемые к системам экспрессии рекомбинантных белков.
15.	Опишите структурные элементы экспрессионного вектора, необходимые для высокоэффективной экспрессии белков в <i>E.coli</i> .
16.	Опишите строение и принцип действия <i>lac</i> -промотора
17.	Особенности экспрессии эукариотических белков в <i>E.coli</i> .
18.	Преимущества способов получения белков генно-инженерным путем по сравнению с традиционными методами.
19.	Какие методы аффинной очистки рекомбинантных белков вы знаете?

### 3.2 Вопросы к практическому занятию

**3.2.1 ОПК-4 – способность понимать значения информации в развитии современного информационного общества, сознанием опасности и угрозы, возникающей в этом процессе, способностью соблюдать основные требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны**

№ вопроса	Вопросы к занятию
20	Способы разрушения бактериальных и эукариотических клеток. Растворы, используемые для экстракции
21	Каллусная ткань из асептических проростков
22	Индукция корнеобразования при микроклональном размножении на примере земляники
23	Особенности приготовления экстрактов растительных и животных тканей и микроорганизмов
24	Изучение карт Ti и Ri плазмид для создания трансгенных растений.
25	Регенерация в культуре <i>in vitro</i> . Получение растений-регенерантов
26	Микроклональное размножение растений и оздоровление посадочного материала (получение безвирусных растений)
27	Ознакомление со структурой бинарной векторной системы <i>A. tumefaciens</i> .
28	Принципы выделения, очистки и количественного определения белков. Критерии чистоты ферментных препаратов
29	Денатурация белков и полипептидов. Специфические методы очистки белков
30	Ознакомление с технологической схемой получения кормовой биомассы
31	Изучение технологической схемы получения рекомбинантных ферментов
32	Изучение влияния технологических параметров на интенсивность синтеза рекомбинантных ферментов
33	Изучение технологической схемы получения микробных липидов
34	Методы перенесения ДНК в клетки бактерий и эукариот. Трансформация, трансфекция, трансдукция, конъюгация
35	Перенесение ДНК в клетки эукариот, стабильная и транзientная экспрессия генов (Ca-фосфатная трансфекция, электропорация, баллистическая трансфекция, микроинъекции).
36	Репортерные гены. Векторы для встраивания чужеродной ДНК в геном млекопитающих и дрозофилы.
37	Векторные системы на основе вирусов животных. Вирусы насекомых как векторы высокоэффективной экспрессии чужеродных белков

### 3.3 Тесты (тестовые задания)

#### 3.3.1 ОПК-4 – способность понимать значения информации в развитии современного информационного общества, сознанием опасности и угрозы, возникающей в этом процессе, способностью соблюдать основные требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны

№ задания	Тестовое задание
38.	Характерные признаки апоптоза клетки: а) генетическая детерминанта, участие специальных внутриклеточных механизмов; б) непрограммируемая гибель клеток; в) программируемый характер гибели клетки; г) процесс гибели неуправляем; д) процесс гибели обратим.
39.	Культуры клеток и тканей лекарственных растений впервые получены: а) в начале XX века; б) в середине XX века; в) в конце XX века.
40.	Оптимальные условия культивирования изолированных тканей и клеток растений: а) $t=10-15^{\circ}\text{C}$ , относительная влажность воздуха 30-40%; б) $t=25-27^{\circ}\text{C}$ , влажность 60-70%; в) $t=35-40^{\circ}\text{C}$ , влажность 80-90%.
41.	Практическое значение культур изолированных тканей и клеток растений: а) объект для цитологии и генетики; б) «оздоровление» сортов ценных культурных растений; в) создание «банков» видов растений; г) быстрое клональное размножение растений; д) получение ценных БАВ; е) все вышеперечисленное.
42.	В качестве «твердых» носителей для каллусных культур используют: а) гели коллагена; б) гели желатина; в) гели агар-агара; г) все вышеперечисленное.
43.	Преимущество растительного сырья, получаемого при выращивании культур клеток, перед сырьем из плантационных или дикорастущих растений: а) меньшая стоимость; б) большая концентрация целевого продукта; в) стандартность; г) более простое извлечение целевого продукта.
44.	Фосфорсодержащие биополимеры живых организмов, обеспечивающие хранение и передачу наследственной информации: а) нуклеиновые кислоты б) порфирины в) белки г) гамма-глобулины
45.	Нуклеиновые кислоты были открыты в середине 60-х гг. 19 века: а) голландцем Гуго де Фризом б) швейцарским ученым Ф. Мишером. в) английским ученым Ч. Дарвином г) американским биологом Джеймсом Уотсоном
46.	Структурная единица молекул нуклеиновых кислот: а) нуклеотид б) нуклеозид в) нуклеосома г) все ответы верны
47.	Трехмерная модель пространственного строения молекулы ДНК в виде двойной спирали была предложена в 1953 году:

	<p>а) американским биологом Дж. Уотсоном  б) английским физиком Ф. Криком  в) русским ученым Р. Вихровым  г) правильные ответы 1 и 2</p>
48.	<p>Нуклеозид - это двухкомпонентная система, структурными единицами которой являются:  а) азотистое основание и остаток фосфорной кислоты  б) азотистое основание и углеводный компонент  в) углеводный компонент и остаток фосфорной кислоты  г) остаток фосфорной кислоты и аминокислота</p>
49.	<p>Азотистые основания, относящиеся к классу пиримидинов:  а) аденин и тимин  б) тимин и цитозин  в) урацил  г) верны ответы 2 и 3</p>
50.	<p>Нуклеотиды, входящие в состав молекулы ДНК:  а) аденин и гуанин  б) урацил и метилурацил  в) тимин и цитозин  г) верны ответы 1 и 3</p>
51.	<p>Углеводный компонент молекулы ДНК:  а) рибоза  б) галактоза  в) дезоксирибоза  г) мальтоза</p>
52.	<p>Базовые основания в молекулах ДНК находятся друг от друга на расстоянии:  а) 0,34 нанометра  б) 0,34 микрометра  в) 0,34 пикометра  г) 0,34 миллиметра</p>
53.	<p>Культуры клеток и тканей лекарственных растений впервые получены:  а) в начале XX века;  б) в середине XX века;  в) в конце XX века.</p>
54.	<p>Оптимальные условия культивирования изолированных тканей и клеток растений:  а) <math>t=10-15^{\circ}\text{C}</math>, относительная влажность воздуха 30-40%;  б) <math>t=25-27^{\circ}\text{C}</math>, влажность 60-70%;  в) <math>t=35-40^{\circ}\text{C}</math>, влажность 80-90%.</p>
55.	<p>Практическое значение культур изолированных тканей и клеток растений:  а) объект для цитологии и генетики;  б) «оздоровление» сортов ценных культурных растений;  в) создание «банков» видов растений;  г) быстрое клональное размножение растений;  д) получение ценных БАВ;  е) все вышеперечисленное.</p>
56.	<p>В качестве «твердых» носителей для каллусных культур используют:  а) гели коллагена;  б) гели желатина;  в) гели агар-агара;  г) все вышеперечисленное.</p>
57.	<p>Преимущество растительного сырья, получаемого при выращивании культур клеток, перед сырьем из плантационных или дикорастущих растений:  а) меньшая стоимость;  б) большая концентрация целевого продукта;  в) стандартность;  г) более простое извлечение целевого продукта.</p>
58.	<p>Ауксины - термин, под которым объединяются специфические гормоны:  а) растительных тканей;  б) животных тканей;  в) зубактерий;</p>

	г) актиномицетов.
59.	Протопласты – это: а) каллусная культура; б) клеточная суспензия в жидкой питательной среде; в) клетки, лишенные оболочек; г) зародыши.
60.	Гибриды, образованные при слиянии протопластов разных материнских клеток, называются: а) гомокарионы; б) гетерокарионы; в) зиготы; д) мутанты; е) а, б - верны.
61.	Наиболее щадящий способ получения изолированных протопластов: а) воздействие электрического тока; б) магнитное облучение; в) механическое воздействие; г) использование смеси ферментов.
62.	Для получения изолированных протопластов из растительных клеток используют: а) лизоцим; б) трипсин; в) пектиназу; г) целлюлазу. д) в, г - верны
63.	Полиэтиленгликоль, вносимый в суспензию протопластов: а) предотвращает их слияние; б) способствует их слиянию; в) предотвращает микробную контаминацию; г) исполняет роль консерванта.
64.	Объединение геномов клеток разных видов и родов возможно при соматической гибридизации: а) только в природных условиях; б) только в искусственных условиях; в) в природных и искусственных условиях.
65.	Гибридизация протопластов возможна, если клетки исходных растений обладают: а) половой совместимостью; б) половой несовместимостью; в) совместимость не имеет существенного значения.
66.	Генетически модифицированные сельскохозяйственные культуры в развивающихся странах: а) имеют широкую популярность; б) снижают риск голода во многих частях мира; в) запрещены в некоторых развивающихся странах; г) экономически выгодны, где бы не осуществлялась данная технология; д) ответы а, б, г - верны; е) все ответы верны.
67.	При создании ГМ культур необходимо учитывать: а) потерю генетического разнообразия у сельскохозяйственных и диких видов; б) потребление неизвестного продукта потребителем; в) развитие устойчивости к инсектицидам у насекомым; д) все верно; е) а, в - верно.
68.	Для иммобилизации клеток и тканей растений используют: а) желатин; б) агарозные шарики; в) альгинатные шарики; г) КМЦ; д) макромолекулы лектина; е) все верно
69.	Первые эксперименты, показавшие, что животные ткани возможно некоторое время культивировать в физиологическом растворе in vitro провел: 1. К. Бернард 2. У. Ру (Роукс) 3. Г. Келер 4. Р. Харрисон

70.	Какие клетки легче культивировать? а) Клетки мезодермального происхождения; б) Эпителиальные клетки; в) Нейроны; г) Клетки эндокринных тканей
71.	Факторы роста это: а) биологически активные соединения; б) стимулируют или ингибируют деление и дифференцировку клеток; в) являются основными переносчиками митогенного сигнала клетки; г) продуцируются неспецифическими клетками, находящимися во многих тканях; д) сходны с гормонами; е) все верно; ж) а, б, в, г, - верно
72.	Факторы, влияющие на скорость деления клеток в клеточной культуре: а) конкуренция за факторы роста; б) конкуренция за питательные вещества; в) форма клеток; г) степень расплывания клеток; д) все верно
73.	При трансформации скорость роста клеток: а) не изменяется б) увеличивается в) уменьшается
74.	Успешное использование фибробластов в биоинженерии связано с тем, что они имеют: а) диплоидный кариотип; б) низкая экспрессия антигенов гистосовместимости; в) отсутствие онкогенных потенциалов; г) синтезируют тропоколлаген; д) продуцируют факторы роста; е) все верно
75.	Культивирование органов на столике из металлической сетки предложил а) Леб б) Спратт в) Тривелл г) Чен
76.	Для индукции слияния растительных клеток не используют а) лизолецитин б) моноолеат глицерина в) ПЭГ г) вирус Сендай
77.	Дифференцированные стволовые клетки – это: а) тотипотентные клетки; б) плюрипотентные клетки; в) мультипотентные клетки; г) унипотентные клетки д) все верно
78.	Криосохранение материала может осуществляется: а) при температуре сухого льда (-79 °С); б) в морозильниках с ультранизкой температурой (-80 °С и ниже); в) в парах (приблизительно -140 °С); г) в жидком азоте (-196 °С); д) все верно
79.	Криопротекторы – это: а) сахароза; б) декстран; в) этиленгликоль; г) поливинилпирролидон; д) ДМСО; е) глицерин; ж) все перечисленное

80.	Введение рекомбинантных плазмид в бактериальные клетки – это: а) лигирование; б) скрининг; в) трансформация; г) рестрикция.
81.	Лигирование – это: а) отбор клонов трансформированных бактерий, содержащих плазмиды, несущий нужный ген человека; б) введение рекомбинантных плазмид в бактериальную клетку; в) разрезание ДНК человека и плазмиды ферментом рестрикционной эндонуклеазой; г) включение фрагментов ДНК человека в плазмиды и сшивание «липких» концов.
82.	Совокупность методов, позволяющих путем операций <i>in vitro</i> переносить информацию из одного организма в другой – это: а) хромосомная инженерия; б) генная инженерия; в) клеточная инженерия; г) гетерозис.
83.	Отбор клонов трансформированных бактерий, содержащих плазмиды, несущие нужный ген человека: а) лигирование; б) скрининг; в) трансформация; г) рестрикция.
84.	Рестрикция – это: а) отбор клонов трансформированных бактерий, содержащих плазмиды, несущие нужный ген человека; б) введение бактериальных плазмид в бактериальную клетку; в) разрезание ДНК человека и плазмиды ферментом рестрикционной эндонуклеазой; г) включение фрагментов ДНК человека в плазмиды и сшивание «липких» концов.

### 3.4 Собеседование (зачет)

**3.4.1 ОПК-4 – способность понимать значения информации в развитии современного информационного общества, сознанием опасности и угрозы, возникающей в этом процессе, способностью соблюдать основные требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны**

№ вопроса	Формулировка вопроса
85.	История развития генной инженерии. Основные этапы.
86.	Рестриктазы: разновидности, механизмы функционирования.
87.	Лигаза.
88.	Полимеразы.
89.	Плазмиды. Ориджины репликации. Совместимость плазмид.
90.	Селективные маркеры. Полилинкер. Бело-голубая селекция.
91.	Саузерн, нозерн и вестерн блоты.
92.	Гибридизация колоний.
93.	ПЦР. Конструирование праймеров.
94.	Условия денатурации, отжига и элонгации.
95.	Случайный и сайт-направленный мутагенез (точечный, делеционный, инсерционный).
96.	RTPCR.
97.	Real-time PCR.
98.	Иммуно-ПЦР.
99.	Библиотеки генов. Размер библиотеки.
100.	Расщепление геномов на фрагменты для конструирования библиотек.
101.	Векторы (на основе фага лямбда, космиды, YAC'и, BAC'и) их емкость, особенности работы с ними.

102.	Физическая карта генома человека.
103.	Прогулка по хромосоме.
104.	Библиотеки кДНК (конструирование, нормализация, размер).
105.	Методы скрининга библиотек. Амплификация библиотек.
106.	Виды дрожжевых векторов. Ориджины репликации. Селективные маркеры.
107.	Дрожжевые промоторы.
108.	Индуцибельные системы.
109.	Дрожжевая двугибридная система.
110.	Одногибридная, тригибридная, обратная двугибридная система. Необходимые контро-ли.
111.	Получение рекомбинантных белков в бактериальных клетках. промоторы (lac, tac, trc, T5, T7)
112.	Превращение конститутивных промоторов в индуцибельные.
113.	Способы борьбы с подтеканием промотора.
114.	Оптимизация экспрессии.
115.	Тэги (6xHis, GST, ZZ).
116.	Выделение и очистка рекомбинантных белков.
117.	Тельца включения.
118.	Белковый сплайсинг (механизм, использование для получения рекомбинантных бел-ков).
119.	Трансдуцирующие пептиды. Секвенирование НК. Принципы секвенирования.
120.	Метод Максама-Гилберта.
121.	Метод Сэнгера.
122.	Способы разделения и детекции фрагментов ДНК.
123.	Gateway клонирование. Принципы подхода. Att-участки и узнающие их ферменты. Ос-новные стадии клонирования.
124.	Векторы: Entry, Destination, Donor. Способы селекции.
125.	Клеточные линии млекопитающих. Методы введения ДНК.
126.	Транзитная экспрессия.
127.	Репортерные гены.
128.	Методы детекции экспрессии генов.
129.	Определение эффективности трансфекции.
130.	Исследование внутриклеточной локализации белков.
131.	Получение стабильных клеточных линий, экспрессирующих трансген.
132.	Ретровирусные векторы (конструирование, получение вирусных частиц, инфекция).
133.	Стратегии экспрессии двух генов с одного вектора.
134.	Самоинактивирующиеся ретровирусные векторы.
135.	Эписомальные векторы.
136.	Системы введения трансгенов в клетки млекопитающих, основанные на гомологичной рекомбинации.
137.	Нокаутирование генов. Условный нокаут.
138.	Факторы, влияющие на эффективность трансляции в клетках прокариот и эукариот.
139.	Получение мРНК in vitro.
140.	Создание рандомизированных библиотек.
141.	Получение РНК и ДНК аптамеров.
142.	Интерференция РНК.
143.	Способы ведения чужеродных генов в растения.
144.	Агробактериальное заражение и трансформация растений.
145.	Ti-плазмида. T-ДНК: что кодирует и как образуется?
146.	Белки вирулентности. Бинарные векторы.
147.	Получение и анализ трансгенных растений.
148.	Вирусные векторы.
149.	Свойства трансгенных растений.
150.	Методы изготовления микрочипов (включая сочетание ступенчатого олигонуклеотидно-го синтеза и фотолитографии)
151.	Определение профилей экспрессии генов (кДНК чипы и чипы Affimetrix).
152.	ДНК- программируемый белковый чип.
153.	Сворачивание белковых мономеров.
154.	Междоменные взаимодействия при сворачивании олигомера.
155.	Особенности сворачивания белков во внутриклеточном окружении.

156.	Шапероны лектиновой природы кальнексин и кальретикулин.
157.	Белки теплового шока
158.	Механизмы регуляции скорости и эффективности сворачивания белков в просвете эндоплазматического ретикулума
159.	Два типа молекулярных механизмов ускорения сворачивания белков в клетке.
160.	Основные типы шаперонов.
161.	Шаперонины и их роль в сворачивании белков.
162.	Разворачивание и деградация белков в клетке.

#### **4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.**

Процедуры оценивания в ходе изучения дисциплины знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций, регламентируются положениями:

- П ВГУИТ 2.4.03 – 2015 Положение о курсовых, экзаменах и зачетах;
- П ВГУИТ 4.1.02 – 2012 Положение о рейтинговой оценке текущей успеваемости.

Для оценки знаний, умений, навыков студентов по дисциплине **«Генная инженерия»** применяется балльно-рейтинговая система.

**Рейтинговая система** оценки осуществляется в течение всего семестра при проведении аудиторных занятий, показателем ФОС является результат тестирования, работа на лабораторных и практических занятиях. За каждый правильный ответ студент получает 5 баллов (зачтено - 5, незачтено - 0). Максимальное число баллов по результатам текущей работы в семестре 50.

**Балльная система** служит для получения экзамена и/или зачета по дисциплине.

Максимальное число баллов за семестр – 100.

Максимальное число баллов по результатам текущей работы в семестре – 50.

Максимальное число баллов на экзамене и/или зачете – 50.

Минимальное число баллов за текущую работу в семестре – 30.

Обучающийся, набравший в семестре менее 30 баллов, может заработать дополнительные баллы, отработав соответствующие разделы дисциплины или выполнив обязательные задания, для того, чтобы быть допущенным до экзамена.

Обучающийся, набравший за текущую работу менее 30 баллов, т.к. не выполнил всю работу в семестре по объективным причинам (болезнь, официальное освобождение и т.п.) допускается до экзамена, однако ему дополнительно задаются вопросы на собеседовании по разделам, выносимым на экзамен и/или зачет.

В случае не сдачи зачета обучающемуся предоставляется право повторной сдачи в срок, установленный для ликвидации академической задолженности по итогам соответствующей сессии. При повторной сдаче зачета количество набранных обучающимся баллов на предыдущем зачете не учитывается.

Для получения оценки «зачтено» суммарная балльно-рейтинговая оценка обучающегося по результатам работы в семестре и на зачете должна быть не менее 60 баллов.

**5. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания для каждого результата обучения по дисциплине**

Результаты обучения по этапам формирования компетенций	Предмет оценки (продукт или процесс)	Показатель оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	Шкала оценивания	
				Академическая оценка или баллы	Уровень освоения компетенции
<b><i>ОПК-4 – способность понимать значения информации в развитии современного информационного общества, сознанием опасности и угрозы, возникающей в этом процессе, способностью соблюдать основные требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны</i></b>					
<b>ЗНАТЬ:</b> предмет, цель задачи дисциплины и ее значение для будущей профессиональной деятельности; основные этапы развития генетики и генетической инженерии роль отечественных ученых в ее создании и развитии	Тест	Результат тестирования	Количество правильных ответов менее 90-100 %	Отлично	Освоена (повышенный)
			Количество правильных ответов 75-89 %	Хорошо	Освоена (повышенный)
			Количество правильных ответов 60-74,9 %	Удовлетворительно	Освоена (базовый)
			Количество правильных ответов менее 60 %	Неудовлетворительно	Не освоена (недостаточный)
	Собеседование (зачет)	Знание предмета, цели и задач дисциплины и ее значения для будущей профессиональной деятельности; основных этапов развития генетики и генетической инженерии, роли отечественных ученых в ее создании и развитии	Обучающийся предмет, цель задачи дисциплины и ее значение для будущей профессиональной деятельности; основные этапы развития генетики и генетической инженерии роль отечественных ученых в ее создании и развитии	Отлично	Освоена (повышенный)
			Обучающийся знает основные предмет, цель задачи дисциплины и ее значение для будущей профессиональной деятельности; основные этапы развития генетики и генетической инженерии роль отечественных ученых в ее создании и развитии	Хорошо	Освоена (повышенный)
			Обучающийся знает некоторые предмет, цель задачи дисциплины и ее значение для будущей профессиональной деятельности; основные этапы развития генетики и генетической инженерии роль отечественных ученых в ее создании и развитии	Удовлетворительно	Освоена (базовый)
			Обучающийся не знает предмета, цели и задач дисциплины и ее значения для будущей профессиональной деятельности; основных этапов развития генетики и генетической инженерии, роли отечественных ученых в ее создании и развитии	Неудовлетворительно	Не освоена (недостаточный)

<p><b>УМЕТЬ:</b> выделять генетическую компоненту в тех или иных адаптивных реакциях и их средовую обусловленность, ориентироваться в вопросах классической и современной генетики, решать генетические задачи; создавать новые комбинации генетического материала, с целью придания новых свойств и признаков живым организмам</p>	<p>Собеседование (защита лабораторных работ)</p>	<p>Умение выделять генетическую компоненту в тех или иных адаптивных реакциях и их средовую обусловленность, ориентироваться в вопросах классической и современной генетики, решать генетические задачи; создавать новые комбинации генетического материала, с целью придания новых свойств и признаков живым организмам</p>	<p>Обучающийся может выделять генетическую компоненту в тех или иных адаптивных реакциях и их средовую обусловленность, ориентироваться в вопросах классической и современной генетики, решать генетические задачи; создавать новые комбинации генетического материала, с целью придания новых свойств и признаков живым организмам</p>	Отлично	Освоена (повышенный)
			<p>Обучающийся может выделять генетическую компоненту в тех или иных адаптивных реакциях и их средовую обусловленность, ориентироваться в вопросах классической и современной генетики, решать генетические задачи; создавать новые комбинации генетического материала, с целью придания новых свойств и признаков живым организмам, но допускает незначительные ошибки</p>	Хорошо	Освоена (повышенный)
			<p>Обучающийся выделять генетическую компоненту в тех или иных адаптивных реакциях и их средовую обусловленность, ориентироваться в вопросах классической и современной генетики, решать генетические задачи; создавать новые комбинации генетического материала, с целью придания новых свойств и признаков живым организмам, но допускает существенные ошибки</p>	Удовлетворительно	Освоена (базовый)
			<p>Обучающийся не может выделять генетическую компоненту в тех или иных адаптивных реакциях и их средовую обусловленность, ориентироваться в вопросах классической и современной генетики, решать генетические задачи; создавать новые комбинации генетического материала, с целью придания новых свойств и признаков живым организмам</p>	Неудовлетворительно	Не освоена (недостаточный)
<p><b>ВЛАДЕТЬ:</b> методами расшифровки нуклеотидных последовательностей; работы с ДНК, а также с ферментами, осуществляющими рестрикцию и лигирование; проведения ПЦР; культивирования клеток, трансформации и трансфекции; электрофореза и хроматографии белков и ДНК</p>	<p>Выполнение практических работ</p>	<p>Владение методами расшифровки нуклеотидных последовательностей; работы с ДНК, а также с ферментами, осуществляющими рестрикцию и лигирование; проведения ПЦР; культивирования клеток, трансформации и</p>	<p>Обучающийся полностью владеет методами расшифровки нуклеотидных последовательностей; работы с ДНК, а также с ферментами, осуществляющими рестрикцию и лигирование; проведения ПЦР; культивирования клеток, трансформации и трансфекции; электрофореза и хроматографии белков и ДНК</p>	Отлично	Освоена (повышенный)
			<p>Обучающийся владеет методами расшифровки нуклеотидных последовательностей; работы с ДНК, а также с ферментами, осуществляющими рестрикцию</p>	Хорошо	Освоена (повышенный)

		трансфекции; электрофореза и хроматографии белков и ДНК	и лигирование; проведения ПЦР; культивирования клеток, трансформации и трансфекции; электрофореза и хроматографии белков и ДНК		
			Обучающийся не полностью владеет методами расшифровки нуклеотидных последовательностей; работы с ДНК, а также с ферментами, осуществляющими рестрикцию и лигирование; проведения ПЦР; культивирования клеток, трансформации и трансфекции; электрофореза и хроматографии белков и ДНК	Удовлетворительно	Освоена (базовый)
			Обучающийся не владеет методами расшифровки нуклеотидных последовательностей; работы с ДНК, а также с ферментами, осуществляющими рестрикцию и лигирование; проведения ПЦР; культивирования клеток, трансформации и трансфекции; электрофореза и хроматографии белков и ДНК	Неудовлетворительно	Не освоена (недостаточный)