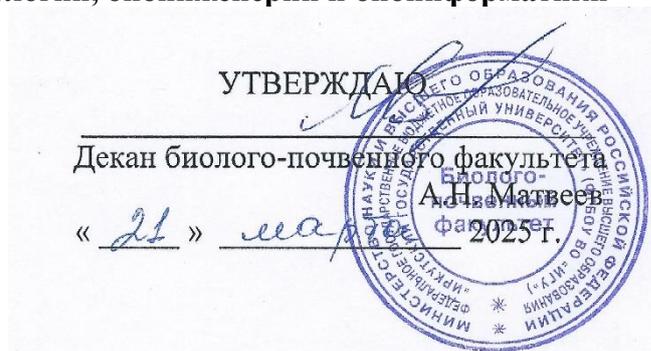




**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ**  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**  
ФГБОУ ВО «ИГУ»

**Кафедра физико-химической биологии, биоинженерии и биоинформатики**



**Рабочая программа дисциплины**

Наименование дисциплины: **Б1.В.07 «ГЕННАЯ ИНЖЕНЕРИЯ»**

: 06.05.01 «Биоинженерия и биоинформатика»

Направленность (профиль): «Биоинженерия и биоинформатика»

Квалификация выпускника: биоинженер и биоинформатик

Форма обучения: очная с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий

Согласовано с УМК биолого-почвенного факультета

Протокол № 5 от 21 марта 2025 г.

Председатель А.Н. Матвеев

Рекомендовано кафедрой физико-химической биологии, биоинженерии и биоинформатики

Протокол № 12 от 19 марта 2025 г.

Зав. кафедрой В.П. Саловарова

Иркутск 2025 г.

## Содержание

	стр.
I. Цель и задачи дисциплины.....	3
II. Место дисциплины в структуре опоп во .....	3
III. Требования к результатам освоения дисциплины.....	3
IV. Содержание и структура дисциплины .....	5
4.1 Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов .....	5
4.2 План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине .....	6
4.3. Содержание учебного материала .....	9
4.3.1 Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ .....	10
4.3.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение студентами в рамках самостоятельной работы (СРС) .....	11
4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов.....	12
4.5 Примерная тематика курсовых работ (проектов).....	13
V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины .....	13
а) перечень литературы .....	13
б) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы .....	13
VI. Материально-техническое обеспечение дисциплины .....	14
6.1 учебно-лабораторное оборудование .....	14
6.2. Программное обеспечение.....	15
6.3. Технические и электронные средства.....	16
VII. Образовательные технологии .....	16

## I. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

- **Цель:** формирование знаний и представлений о современной генной инженерии как междисциплинарном комплексе знаний, связывающих воедино основные положения молекулярной биологии и генетики организмов и научить применять полученные знания и навыки для решения профессиональных задач.

### Задачи:

- Сформировать представление о принципах, методологии и современных достижениях генетической инженерии.
- Рассмотреть структурно-функциональную организацию геномов различных организмов.
- Ознакомить с основными методами и подходами генно-инженерных систем, позволяющих конструирование генетических структур по заранее намеченному плану, создание организмов с новой генетической программой.

## II. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

2.1. Учебная дисциплина Б1.В.07 «Генная инженерия» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений.

Для изучения данной учебной дисциплины необходимы знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами: «Общая биология», «Биохимия», «Физиология растений», «Клеточная биология», «Молекулярная биология клетки», «Генетика», «Физико-химические методы исследований», «Основы физико-химической биологии», «Иммунология», «Молекулярная биология акариот».

2.3. Перечень последующих учебных дисциплин, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной: преддипломная практика, в том числе научно-исследовательская работа, выполнение ВКР.

## III. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование компетенций (компетенции) в соответствии с ФГОС ВО по данному направлению подготовки 06.05.01 «Биоинженерия и биоинформатика».

ПК-1: Способен творчески использовать и применять фундаментальные представления биологии, смежных дисциплин и современные методологические подходы для определения перспективных направлений научных исследований в сфере получения, изучения и применения различных природных, измененных природных биологических объектов, искусственных, организмов а также биомакромолекул, обработку и последующий анализ большого массива информации по биологическим объектам.

### Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Компетенция	Индикаторы компетенций	Результаты обучения
ПК-1 Способен творчески использовать и применять фундаментальные	ИДК ПК 1.1 Знает актуальные проблемы, основные открытия в области изучения живых организмов	<b>Знать:</b> актуальные проблемы, основные открытия и достижения современной генетической инженерии и смежных дисциплин. <b>Уметь:</b> демонстрировать знание основных принципов создания генетически

<p>представления биологии, смежных дисциплин и современные методологические подходы для определения перспективных направлений научных исследований в сфере получения, изучения и применения различных природных, измененных биологических объектов, искусственных, организмов а также биомакромолекул, обработку и последующий анализ большого массива информации по биологическим объектам</p>	<p>и биологических систем различных уровней организации и способен использовать теоретические знания и умения в научно-исследовательской деятельности</p>	<p>модифицированных эукариотических организмов. <b>Владеть:</b> теоретическими и практическими основами молекулярно-биологических методов и подходов, применяемых в генно-инженерных работах.</p>
	<p><i>ИДК ПК 1.2</i> Умеет использовать фундаментальные знания и современные методологические подходы для перспективных направлений научных исследований, построения информационных моделей и практических разработок в сфере профессиональной деятельности</p>	<p><b>Знать:</b> современные методологические подходы для создания и изучения генетически модифицированных организмов. <b>Уметь:</b> использовать фундаментальные знания и современные методологические подходы для перспективных направлений исследований в области генетически модифицированных организмов. <b>Владеть:</b> методами и подходами по построению моделей и практическому созданию генетически модифицированных организмов.</p>
	<p><i>ИДК ПК 1.3</i> Владеет навыками творческого применения методологических подходов для разработки моделей, новых технологий, материалов и биологических объектов с целенаправленно измененными свойствами, методов выработки практических рекомендаций для решения задач профессиональной деятельности</p>	<p><b>Знать:</b> методологические подходы к созданию генетически модифицированных организмов. <b>Уметь:</b> творчески применять знания о принципах создания генетически модифицированных организмов на практике. <b>Владеть:</b> новыми технологиями создания генно-инженерных конструкций и генетически модифицированных организмов.</p>

#### IV. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

**Объем дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.**

Из них реализуется с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий 10 часов

**Форма промежуточной аттестации:** зачет.

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

№ п/н	Раздел дисциплины/тема	Семестр	Всего часов	Из них практическая подготовка обучающихся	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся, практическую подготовку и трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа	Форма текущего контроля успеваемости/ Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
					Контактная работа преподавателя с обучающимися				
					Лекция	Семинар/ Практическое, лабораторное занятие/	Консультация		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	<b>Раздел 1.</b> Введение. История генетической инженерии. Общие принципы и методы генетической инженерии.	6	12		2	2	-	8	Тестирование
2	<b>Раздел 2.</b> Методология и инструментарий генетической инженерии.	6	12		2	2	-	8	Тестирование
3	<b>Раздел 3.</b> Векторные системы на основе вирусов.	6	12		2	2	-	8	Тестирование

4	<b>Раздел 4. Особенности генетической трансформации эукариотических организмов.</b>	6	14		2	2	-	10	Тестирование
5	<b>Раздел 5. Трансгенные растения.</b>	6	12		2	2	-	8	Тестирование
6	<b>Раздел 6. Трансгенные животные.</b>	6	12		2	2	-	8	Тестирование
7	<b>Раздел 7. Геномное редактирование на основе CRISPR/Cas системы.</b>	6	12		2	2	-	8	Тестирование
8	<b>Раздел 8. Использование трансгенных организмов в биотехнологии, медицине и сельском хозяйстве.</b>	6	14		2	2	-	10	Тестирование

#### 4.2 План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Семестр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Трудоемкость (час.)		
6	Раздел 1. Генетическая инженерия: предмет, цели и задачи.	Изучение лекционного материала с использованием конспектов, электронных материалов (презентации, книги, статьи) и рекомендуемой литературы, подготовка к практическому занятию, устному и письменному опросу.	1-2 нед.	8	Тестирование	Раздел 5 а-б
6	Раздел 2. Основные ферменты и методы генетической инженерии	Изучение лекционного материала с использованием конспектов, электронных материалов (презентации, книги, статьи) и рекомендуемой литературы, подготовка к практическому занятию, устному и письменному опросу.	3-4 нед.	8	Тестирование	- // -

Семестр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Трудоемкость (час.)		
6	Раздел 3. Векторная система грамотрицательной бактерии <i>Escherichia coli</i> .	Изучение лекционного материала с использованием конспектов, электронных материалов (презентации, книги, статьи) и рекомендуемой литературы, подготовка к практическому занятию, устному и письменному опросу.	5-6 нед.	8	Тестирование	- // -
6	Раздел 4. Генно-инженерная система грамположительных бактерий рода <i>Bacillus</i> .	Изучение лекционного материала с использованием конспектов, электронных материалов (презентации, книги, статьи) и рекомендуемой литературы, подготовка к практическому занятию, устному и письменному опросу.	7-8 нед.	10	Тестирование	- // -
6	Раздел 5. Генно-инженерная система дрожжей <i>Saccharomyces cerevisiae</i> .	Изучение лекционного материала с использованием конспектов, электронных материалов (презентации, книги, статьи) и рекомендуемой литературы, подготовка к практическому занятию, устному и письменному опросу.	9-10 нед.	8	Тестирование	- // -
6	Раздел 6. Экспрессия клонированных эукариотических генов в клетках <i>Escherichia coli</i> .	Изучение лекционного материала с использованием конспектов, электронных материалов (презентации, книги, статьи) и рекомендуемой литературы, подготовка к практическому занятию, устному и письменному опросу.	11-12 нед.	8	Тестирование	- // -
6	Раздел 7. Конструирование штаммов-продуцентов первичных метаболитов на основе <i>Escherichia coli</i> .	Изучение лекционного материала с использованием конспектов, электронных материалов (презентации, книги, статьи) и рекомендуемой литературы, подготовка к практическому занятию, устному и письменному опросу.	13-14 нед.	8	Тестирование	- // -

Семестр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Трудоемкость (час.)		
6	Раздел 8. Генно-инженерные системы культивируемых клеток млекопитающих.	Изучение лекционного материала с использованием конспектов, электронных материалов (презентации, книги, статьи) и рекомендуемой литературы, подготовка к практическому занятию, устному и письменному опросу.	15-16 нед.	10	Тестирование	- // -
Общий объем самостоятельной работы по дисциплине (час) – <b>68</b>						
Из них объем самостоятельной работы с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий (час) – <b>10</b>						

### 4.3. Содержание учебного материала

#### **Тема 1. Генетическая инженерия: предмет, цели и задачи.**

Генетическая инженерия – раздел молекулярной генетики, связанный с целенаправленным созданием новых комбинаций генетического материала. Исторические предпосылки и основные достижения, предопределившие возникновение и быстрое развитие генной инженерии. Основные принципы, на которых базируется генно-инженерная технология. Основные этапы развития генной инженерии. Современная стратегия генной инженерии. Схема типичного эксперимента по получению и клонированию рекомбинантных молекул ДНК. Использование методологии генной инженерии при решении задач различных областей биологии. Генно-инженерная биотехнология. Использование достижений генной инженерии в сельском хозяйстве и медицине. Проблемы безопасности при работе с рекомбинантными ДНК и при создании трансгенных организмов. Этические проблемы клонирования животных и человека.

#### **Тема 2. Основные ферменты и методы генетической инженерии**

ДНК – основная целевая молекула в генно-инженерных исследованиях. Закономерности строения и свойства ДНК. Искусственный синтез гена. Ферменты, используемые для создания рекомбинантных (гибридных) молекул ДНК.

Рестрикционные эндонуклеазы. Классификация и номенклатура рестриктаз. Специфичность рестриктаз. Использование рестриктаз для конструирования рекомбинантных молекул *in vitro*. Сайты рестрикции как генетические маркеры. Использование рестриктаз для физического картирования, анализа полиморфизма ДНК, штаммоспецифической характеристики вирусов и бактерий, идентификации плазмид. Использование сайтов рестрикции в качестве точек отсчета при секвенировании. ДНК- и РНК-лигазы фага Т4. ДНК-полимеразы из различных источников; их свойства и применение. ДНК-полимераза I из *E.coli*. Фрагмент Кленова ДНК-полимеразы I. ДНК-полимераза фага Т4. Термостабильные ДНК-полимеразы. Обратные транскриптазы (РНК-зависимые ДНК-полимеразы). Поли (А)-полимеразы. Дезоксирибонуклеазы. Нуклеаза Val31. Рибонуклеазы. Рибонуклеаза Н. Терминальная дезоксирибонуклеотидилтрансфераза. Полиинуклеотидкиназа фага Т4.

Методы конструирования гибридных ДНК *in vitro*. Векторные молекулы ДНК. Методы введения гибридных ДНК в клетки. Особенности трансформации у разных видов бактерий. Методы отбора гибридных клонов. Методы расшифровки нуклеотидной последовательности ДНК. Амплификация последовательностей ДНК *in vitro*. Система редактирования генома CRISPR/Cas.

#### **Тема 3. Векторная система грамотрицательной бактерии *Escherichia coli*.**

Строение клеточной стенки грамотрицательных бактерий. Сферопласты и компетентные клетки. Плазмида pSC101 – первая векторная плазмида. Свойства плазмиды ColE1 и векторов на ее основе (серии векторов pBR и pUC). Векторы внедрения и векторы замещения. Векторы на основе фага лямбда. Космидные вектора. Библиотеки и энциклопедии генов.

#### **Тема 4. Генно-инженерная система грамположительных бактерий рода *Bacillus*.**

Строение клеточной стенки грамположительных бактерий. Модели трансформации компетентных клеток *B. subtilis*. Природная амплификация генов грамположительных бактерий. Свойства интегративных векторов грамположительных бактерий.

#### **Тема 5. Генно-инженерная система дрожжей *Saccharomyces cerevisiae*.**

Преимущества использования дрожжей-сахаромицетов для генно-инженерных исследований экспрессии эукариотических генов. Тетрадный анализ. Основные свойства

плазмиды Scp1. Молекулярные вектора дрожжей *Saccharomyces cerevisiae*. Получение протопластов дрожжей-сахаромицетов. Плазмидная трансформация клеток дрожжей-сахаромицетов. Молекулярные и клонирующие вектора дрожжей. Векторы интеграции: схемы интеграции плазмид в клетки дрожжей.

#### **Тема 6. Экспрессия клонированных эукариотических генов в клетках *Escherichia coli*.**

Сходства и различия транскрипционного и трансляционного аппарата прокариот и эукариот. Факторы, обеспечивающие правильную трансляцию эукариотических генов в клетках прокариот.

#### **Тема 7. Конструирование штаммов-продуцентов первичных метаболитов на основе *Escherichia coli*.**

Направленный мутагенез молекул ДНК *in vitro*. Получение новых форм белков методом направленного мутагенеза. Белковая инженерия.

#### **Тема 8. Генно-инженерные системы культивируемых клеток млекопитающих.**

Причины, обусловившие активное развитие генетической инженерии культивируемых клеток млекопитающих. Методы трансфекции и трансформации культивируемых клеток млекопитающих.

##### **4.3.1 Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ**

№ п/п	№ раздела и темы	Наименование семинаров, практических и лабораторных работ	Трудоемкость (час.)		Оценочные средства	Формируемые компетенции (индикаторы)
			Всего часов	Из них практическая подготовка		
1	2	3	4	5	6	7
1	Раздел 1. Генетическая инженерия: предмет, цели и задачи.	Генетическая инженерия: предмет, цели и задачи.	2	2	Тестирование	<b>ПК-1</b> ИДК ПК 1.1 ИДК ПК 1.2 ИДК ПК 1.3
2	Раздел 2. Основные ферменты и методы генетической инженерии	Основные ферменты и методы генетической инженерии	2	2	Тестирование	<b>ПК-1</b> ИДК ПК 1.1 ИДК ПК 1.2 ИДК ПК 1.3
3	Раздел 3. Векторная система грамотрицательной бактерии <i>Escherichia coli</i> .	Векторная система грамотрицательной бактерии <i>Escherichia coli</i> .	2	2	Тестирование	<b>ПК-1</b> ИДК ПК 1.1 ИДК ПК 1.2 ИДК ПК 1.3
4	Раздел 4. Генно-инженерная система грамположительных бактерий рода <i>Bacillus</i> .	Генно-инженерная система грамположительных бактерий рода <i>Bacillus</i> .	2	2	Тестирование	<b>ПК-1</b> ИДК ПК 1.1 ИДК ПК 1.2 ИДК ПК 1.3

5	Раздел 5. Генно-инженерная система дрожжей <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	Генно-инженерная система дрожжей <i>Saccharomyces cerevisiae</i> .	2	2	Тестирование	<b>ПК-1</b> <i>ИДК ПК 1.1</i> <i>ИДК ПК 1.2</i> <i>ИДК ПК 1.3</i>
6	Раздел 6. Экспрессия клонированных эукариотических генов в клетках <i>Escherichia coli</i>	Экспрессия клонированных эукариотических генов в клетках <i>Escherichia coli</i> .	2	2	Тестирование	<b>ПК-1</b> <i>ИДК ПК 1.1</i> <i>ИДК ПК 1.2</i> <i>ИДК ПК 1.3</i>
7	Раздел 7. Конструирование штаммов-продуцентов первичных метаболитов на основе <i>Escherichia coli</i> .	Конструирование штаммов-продуцентов первичных метаболитов на основе <i>Escherichia coli</i> .	2	2	Тестирование	<b>ПК-1</b> <i>ИДК ПК 1.1</i> <i>ИДК ПК 1.2</i> <i>ИДК ПК 1.3</i>
8	Раздел 8. Генно-инженерные системы культивируемых клеток млекопитающих.	Генно-инженерные системы культивируемых клеток млекопитающих.	2	2	Тестирование	<b>ПК-1</b> <i>ИДК ПК 1.1</i> <i>ИДК ПК 1.2</i> <i>ИДК ПК 1.3</i>

**4.3.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение студентами в рамках самостоятельной работы (СРС)**

№ п/п	Тема	Задание	Формируемая компетенция	ИДК
1.	Основные принципы, на которых базируется генно-инженерная технология. Основные этапы развития генной инженерии. Современная стратегия генной инженерии.	Ознакомиться с материалом, подготовиться к опросу.	ПК-1	<i>ИДК ПК 1.1</i> <i>ИДК ПК 1.2</i> <i>ИДК ПК 1.3</i>
2.	Рестрикционные эндонуклеазы. Классификация и номенклатура рестриктаз. Специфичность рестриктаз	Ознакомиться с материалом, подготовиться к опросу.	ПК-1	<i>ИДК ПК 1.1</i> <i>ИДК ПК 1.2</i> <i>ИДК ПК 1.3</i>
3.	Векторы внедрения и векторы замещения. Векторы на основе фага лямбда. Космидные вектора.	Ознакомиться с материалом, подготовиться к опросу.	ПК-1	<i>ИДК ПК 1.1</i> <i>ИДК ПК 1.2</i> <i>ИДК ПК 1.3</i>
4	Природная амплификация генов	Ознакомиться с материалом, подготовиться к опросу.	ПК-1	<i>ИДК ПК 1.1</i> <i>ИДК ПК 1.2</i>

	грамположительных бактерий. Свойства интегративных векторов грамположительных бактерий.			<i>ИДК ПК 1.3</i>
5	Преимущества использования дрожжей-сахаромицетов для генно-инженерных исследований экспрессии эукариотических генов. Тетрадный анализ.	Ознакомиться с материалом, подготовиться к опросу.	ПК-1	<i>ИДК ПК 1.1 ИДК ПК 1.2 ИДК ПК 1.3</i>
6	Факторы, обеспечивающие правильную трансляцию эукариотических генов в клетках прокариот.	Ознакомиться с материалом, подготовиться к опросу.	ПК-1	<i>ИДК ПК 1.1 ИДК ПК 1.2 ИДК ПК 1.3</i>
7	Получение новых форм белков методом направленного мутагенеза. Белковая инженерия.	Ознакомиться с материалом, подготовиться к опросу.	ПК-1	<i>ИДК ПК 1.1 ИДК ПК 1.2 ИДК ПК 1.3</i>
8	Методы трансфекции и трансформации культивируемых клеток млекопитающих.	Ознакомиться с материалом, подготовиться к опросу.	ПК-1	<i>ИДК ПК 1.1 ИДК ПК 1.2 ИДК ПК 1.3</i>

#### **4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов**

Самостоятельная работа студентов является составной частью учебного процесса и преследует следующие цели:

- совершенствование навыков самообразовательной работы как основного пути повышения уровня образования;
- углубление и расширение знаний по предмету.

Для организации самостоятельной работы по дисциплине «Генно-инженерные системы эукариот» используются следующие формы самостоятельной учебной работы:

- изучение материала, изложенного в лекциях;
- изучение и анализ рекомендованной литературы;
- самостоятельный поиск, изучение и анализ литературы по дисциплине, не указанный в списке рекомендованной литературы;
- самостоятельное изучение учебного материала, предусмотренного рабочей программой, но не изложенного в лекциях;
- 

Подготовка к практическому занятию состоит в теоретической подготовке и выполнении практических заданий (решение задач, ответы на вопросы и т.д.):

- подготовка к опросу;
- подготовка к тестированию (при наличии).

#### 4.5 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Курсовые работы не предусмотрены учебным планом.

### У. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### а) перечень литературы

1. [Чемерилова, Валентина Ивановна](#). Основы геномики и протеомики: технологии рекомбинантных ДНК первого поколения (генная инженерия) [Текст] : учеб. пособие / В. И. Чемерилова ; рец.: Ю. М. Константинов, Н. Л. Белькова ; Иркутский гос. ун-т, Биолог.-почв. фак. - Иркутск : Изд-во ИГУ, 2014. - 238 с. ; 20 см. - ISBN 978-5-9624-1217-7 (39 экз.)
2. [Примроуз, Санди Б.](#) Геномика. Роль в медицине [Электронный ресурс] / С. Примроуз, Р. Тваймен. - Москва : Бином. Лаборатория знаний, 2014. - 277 с. : ил. - Режим доступа: ЭБС "Издательство "Лань". - Неогранич. доступ. - Предм. указ.: с. 256-270. - Библиогр. в конце гл. - ISBN 978-5-9963-2309-8
3. Молекулярно-генетические и биохимические методы в современной биологии растений [Электронный ресурс]. - ЭВК. -М. : Бином. Лаборатория знаний, 2012. -(Методы в биологии). - Режим доступа: ЭЧЗ "Библиотех". - 20 доступов.-ISBN 978-5-9963-0978-8.
4. Молекулярно-генетические и биохимические методы в современной биологии растений [Электронный ресурс]. – ЭВК. – М. : Бином. Лаборатория знаний, 2012. - Режим доступа ЭБС "Издательство "Лань". Неогранич. доступ. – ISBN 978-5-9963-09
5. Уилсон К. Принципы и методы биохимии и молекулярной биологии [Электронный ресурс] / К. Уилсон, Дж Уолкер. – М. : Бином. Лаборатория знаний, 2013. - 848 с. Режим доступа: ЭБС "Издательство "Лань". – Неогранич. доступ. - ISBN 978-5-9963-2126-1

#### б) периодические издания

«Биотехнология», «Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии», «Известия РАН. Серия биологическая », «Микробиология», «Молекулярная биология», «Прикладная биохимия и микробиология».

#### б) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov> – веб-сайт Национального центра биотехнологической информации США (NCBI), который предоставляет бесплатный доступ к различным базам данных, включая базы данных, содержащие различные типы генетических данных, базы данных аннотаций публикаций биомедицинской и общебиологической направленности; содержит популярные приложения и инструменты биоинформационного анализа.

2. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank/> – архивная генетическая база данных GenBank Национального центра биотехнологической информации США (NCBI), которая содержит общедоступную аннотированную коллекцию всех нуклеотидных последовательностей закодированных в них последовательностей белков.

3. <http://www.ebi.ac.uk> – веб-сайт Европейского института биоинформатики (EMBL-EBI), который предоставляет бесплатный доступ к популярным приложениям для биоинформационного анализа нуклеотидных и белковых последовательностей, поиска данных с мощными возможностями перекрестных ссылок.

4. <https://www.ebi.ac.uk/ena> - Европейский архив нуклеотидов (ENA), архивная генетическая база данных Европейского института биоинформатики (EMBL-EBI), которая содержит исчерпывающую информацию о последовательности нуклеотидов в мире,

включая данные о необработанных последовательностях, информацию о сборках и функциональные аннотации.

5. <http://ensemblgenomes.org> – Ensembl, совместный научный проект Европейского института биоинформатики и Института Сенгера, который предоставляет интегрированный доступ к базам данных, касающихся строения геномов различных организмов.

6. <http://www.ddbj.nig.ac.jp/> – Японская база данных ДНК DDBJ, которая содержит информацию о нуклеотидных последовательностях, относящихся к различным генам и организмам.

7. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/> – англоязычная текстовая база данных PubMed, содержащая цитаты, аннотации и ссылки на полные тексты публикаций биомедицинской и общепромышленной направленности Национального центра биотехнологической информации США (NCBI).

8. <https://www.sciencedirect.com> – база данных англоязычной научной периодики ScienceDirect издательства Elsevier, предоставляет бесплатный доступ к аннотациям всех публикаций, содержащихся в базе, и к более 1,2 млн. полных текстов статей.

9. <http://elibrary.ru/defaultx.asp> - научная электронная библиотека, крупнейший российский информационный портал в области науки, технологии, медицины и образования, содержащий рефераты и полные тексты более 29 млн научных статей и публикаций.

10. <https://cyberleninka.ru> – российская научная электронная библиотека «КиберЛенинка».

11. <https://www.researchgate.net> – бесплатная социальная сеть ResearchGate для сотрудничества учёных всех научных дисциплин, включает такие сетевые приложения, как семантический поиск, совместное использование файлов, обмен публикациями, тематические форумы, методологические дискуссии и так далее.

12. <http://molbiol.ru> - нейтральная русскоязычная территория для тех, кто профессионально связан с биологией или молекулярной биологией.

13. ЭБС «Издательство Лань». Адрес доступа <http://e.lanbook.com/>

14. ЭБС «Рукопт». Адрес доступа <http://rucont.ru/>

15. ЭБС «Айбукс». Адрес доступа <http://ibooks.ru>

16. ЭБС «Юрайт». Адрес доступа: <http://biblio-online.ru/>

## VI. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1 Учебно-лабораторное оборудование

Материально-техническое обеспечение дисциплины «Генная инженерия» базируется на следующих ресурсах.

- Аудитория для проведения занятий лекционного типа. Аудитория оборудована: *специализированной (учебной) мебелью* на 12 посадочных мест; оборудована *техническими средствами обучения*: Проектор Epson EB-X03, Экран ScreenMedia, Доска аудиторная меловая, магнитная, Лаборатория орган химии - Шкаф вытяжной АФ-221"- 2 шт., Химический шкаф (стеллаж) -1 шт., Лабораторный стол с выкатными тумбами – 5 шт., Холодильник «Минск» - 2шт., Аппарат для вертикального электрофореза – 1 шт., Вакуумный испаритель РВО-64 – 1 шт., Вольметр ВУ-15 – 1 шт., Дезинтегратор УД-20 – 1 шт., Измеритель ионных сопротивлений (импеданса) - 1 шт., Источник питания для электрофореза "Эльф" – 1 шт., Осциллограф универсальный двухлучевой С-55 – 1 шт., Термостат ТС-80 – 1 шт., Центрифуга МПВ-310 – 1 шт., весы аналитические НР-200 – 1 шт., весы лабораторные ОНАУС – 2 шт., рефрактометр ИРФ 454Б2М – 1 шт., рефрактометр

УРП – 1 шт., фотоэлектрокалориметр KF 77 – 1шт., центрифуга лабораторная ОПК-8 – 1 шт., центрифуга лабор-я, медицин-я, настольная ЦЛн 16 с микропроцес-ной системой управл – 1 шт., спектрофотометр СФ-2000, ферментер Minifors Spesco бактериальный – 1шт., термостат WB4MS водный /с перемешиванием/ - 1 шт., термостат ТС-1/80 СПУ – 1 шт., служащими для представления учебной информации большой аудитории по дисциплине «Генно-инженерные системы эукариот». *учебно-наглядными пособиями, обеспечивающими тематические иллюстрации по дисциплине «Генно-инженерные системы эукариот»:* презентации в количестве 5 шт.

- Аудитория для проведения занятий практического типа. Аудитория оборудована: *специализированной (учебной) мебелью* на 12 посадочных мест; оборудована *техническими средствами обучения*: Проектор Epson EB-X03, Экран ScreenMedia, Доска аудиторная меловая, магнитная, Лаборатория орган химии - Шкаф вытяжной АФ-221"- 2 шт., Химический шкаф (стеллаж) -1 шт., Лабораторный стол с выкатными тумбами – 5 шт., Холодильник «Минск» - 2шт., Аппарат для вертикального электрофореза – 1 шт., Вакуумный испаритель РВО-64 – 1 шт., Вольметр ВУ-15 – 1 шт., Дезинтегратор УД-20 – 1 шт., Измеритель ионных сопротивлений (импеданса) - 1 шт., Источник питания для электрофореза "Эльф" – 1 шт., Осциллограф универсальный двухлучевой С-55 – 1 шт., Термостат ТС-80 – 1 шт., Центрифуга К-24 – 1 шт., Центрифуга МПВ-310 – 1 шт., весы аналитические HR-200 – 1 шт., весы лабораторные ОНАУС – 2 шт., рефрактометр ИРФ 454Б2М – 1 шт., рефрактометр УРП – 1 шт., фотоэлектрокалориметр KF 77 – 1шт., центрифуга лабораторная ОПК-8 – 1 шт., центрифуга лабор-я, медицин-я, настольная ЦЛн 16 с микропроцес-ной системой управл – 1 шт., спектрофотометр СФ-2000, ферментер Minifors Spesco бактериальный – 1шт., термостат WB4MS водный /с перемешиванием/ - 1 шт., термостат ТС-1/80 СПУ – 1 шт., служащими для представления учебной информации большой аудитории по дисциплине «Генно-инженерные системы эукариот».

- Компьютерный класс (учебная аудитория) для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, организации самостоятельной работы. Аудитория оборудована: *специализированной (учебной) мебелью* на 20 посадочных мест, доской меловой; оборудована *техническими средствами обучения*: Системный блок PentiumG850, Монитор BenQ G252HDA-1 шт.; Системный блокAthlon 2 X2 250, Монитор BenQ G252HDA – 8 шт.; Системный блок PentiumD 3.0GHz, Монитор Samsung 740N – 3 шт.; Моноблок IRU T2105P – 2 шт.; Системный блок Pentium G3250, Монитор BenQG955 – 1 шт.; Системный блок Pentium G3250, Монитор BenQ GL2250 – 1 шт.; Системный блок Pentium G3250, Монитор Samsung T200 HD – 1 шт.; Системный блок Pentium G3250, Монитор Samsung T190N – 1 шт.; Системный блок Pentium G3250, Монитор Samsung 740N – 1 шт.; Проектор BenQ MX503; экран ScreenVtdiaEcot. С неограниченным доступом к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

- Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования. Аудитория оборудована: *специализированной мебелью* на 8 посадочных мест; Вытяжной шкаф – 1шт., Ламинарный шкаф – 2 шт., Термостат ТС-80 – 2 шт., Лабораторный стол металлический – 3 шт., Лабораторный стол с резиновой поверхностью – 2 шт., Холодильник «Атлант» – 1шт. Микроскоп монокулярный – 8 шт, Микроскоп "Биолам"-1 шт., Стерилизатор паровой ВК-75 ПТ "ТЗМОИ" – 1шт., Пипетка автоматическая Ленпипет 0,5-10 м"-1 шт., Пипетка-дозатор"-1 шт., Микроскоп Levenhuk D870Т тринокуляр"-1 шт., Проектор Оверхед"-1 шт., Проектор View Sonic"-1 шт., Проектор View Sonic"-1 шт., Ноутбук Lenovo"-2 шт. , Принтер Brother -1 шт., Принтер Canon -1 шт.

## **6.2. Программное обеспечение**

1. DreamSpark Premium Electronic Software Delivery (3 years) Renewal (Windows 10 Education 32/64-bit (Russian) - Microsoft Imagine, Windows 7 Professional with Service Pack 1

32/64-bit (English) - Microsoft Imagine, Windows Server 2008 Enterprise and Standard without Hyper-V with SP2 32/64-bit (English) - Microsoft Imagine, Access 2016 32/64-bit (Russian) - Microsoft Imagine, Access 2010 32/64-bit (Russian) - Microsoft Imagine). Договор № 03-016-14 от 30.10.2014 г.

2. Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Стандартный Russian Edition. 250-499. Форум Контракт №04-114-16 от 14ноября 2016г KES. Счет №РСЦЗ-000147 и АКТ от 23ноября 2016г Лиц.№1В08161103014721370444.

3. Microsoft Office Enterprise 2007 Russian Academic OPEN No Level. Номер Лицензии Microsoft 43364238.

4. Microsoft Windows XP Professional Russian Upgrade Academic OPEN No Level. Номер Лицензии Microsoft 41059241.

5. Office 365 профессиональный плюс для учащихся. Номер заказа: 36dde53d-7cdb-4cad-a87f-29b2a19c463e.

### **6.3. Технические и электронные средства**

Презентации по всем темам курса.

## **VII. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

Для освоения дисциплины «Генно-инженерные системы эукариот» применяются следующие образовательные технологии:

1. *Информационная лекция.* Лекция – это сжатое изложение основных научных фактов, что является базой для анализа рассуждений, оценок.

2. *Лекция-визуализация.* В ходе лекции студент преобразовывает устную и письменную информацию в визуальную форму, выделяя при этом наиболее значимые и существенные элементы. На лекции используются схемы, рисунки, чертежи, слайды-презентации, к подготовке которых привлекаются обучающиеся. Проведение лекции проводится в виде связного развернутого комментирования подготовленных наглядных пособий.

3. *Проблемная лекция.* В ходе проблемной лекции знания вводятся как «неизвестное», которое необходимо «открыть». Проблемная лекция начинается с вопросов, с постановки проблемы, которую в ходе изложения материала необходимо решить. При этом выдвигаемая проблема не имеет однотипного решения, готовой схемы нет. Данный тип лекции строится таким образом, что деятельность студента по ее усвоению приближается к поисковой, исследовательской. В ходе лекции происходит диалог преподавателя и студентов.

4. *Лекция-беседа.* Предполагает непосредственный контакт преподавателя с аудиторией. Преимущество лекции-беседы состоит в том, что она позволяет привлекать внимание студентов к наиболее важным вопросам темы, определять содержание и темп изложения учебного материала с учетом особенностей студентов.

5. *Лекция с разбором конкретной ситуации.* В ходе лекции конкретная ситуация излагается устно или в виде краткого диафильма, видеозаписи и т. п. Студенты совместно анализируют и обсуждают представленный материал.

6. *Практические занятия* – это занятие, проводимое под руководством преподавателя в учебной аудитории, направленное на углубление научно-теоретических знаний и овладение определенными методами самостоятельной работы, которое формирует практические умения. Одной из форм практических занятий в вузе является семинар.

7. *Самостоятельная работа студентов* (см. п. 4.4).

8. *Дистанционные образовательные технологии.* Под дистанционными образовательными технологиями понимаются образовательные технологии, реализуемые в

основном с применением информационно-телекоммуникационных сетей. При освоении дисциплины «Молекулярная биология клетки» используются следующие технологии:

- *кейсовая технология* – форма дистанционного обучения, основанная на предоставлении обучающимся информационных образовательных ресурсов в виде специализированных наборов учебно-методических комплексов с использованием различных видов носителей информации (кейсов);

- *интернет-технология* – способ дистанционной передачи информации, основанный на использовании глобальных и локальных компьютерных сетей для обеспечения доступа обучающихся к информационным образовательным ресурсам и для формирования совокупности методических, организационных, технических и программных средств реализации и управления учебным процессом независимо от места нахождения его субъектов. Используется Образовательный портал ИГУ - educa.isu.ru.

## **VIII. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

### ***Оценочные материалы для входного контроля***

Входного контроля для данной дисциплины не предусмотрено.

### ***Оценочные материалы текущего контроля***

Оценочные материалы текущего контроля формируются в соответствии с ЛНА университета.

В рамках дисциплины «Генная инженерия» используются следующие формы текущего контроля:

- Тестирование.

Фонд оценочных средств включает:

- фонд тестовых заданий по дисциплине;
- перечень вопросов для самостоятельного изучения (СРС);
- критерии оценки знаний студентов.

Назначение оценочных средств: выявить сформированность компетенции ПК-1 (см. п. III). Студенты, не выполнившие требования текущего контроля или получившие итоговую оценку текущей успеваемости «не удовлетворительно», считается имеющим текущую задолженность. Обучающиеся, имеющие задолженности, должны ликвидировать их не позднее, чем за неделю до начала промежуточной аттестации.

### **Демонстрационные варианты тестов для текущего контроля**

1. Установите соответствие между используемыми в генетической инженерии векторами и типами переносимого генетического материала:

1. Плазмидный вектор
2. Вирусный вектор (аденовирус, лентивирус)
3. Космидный вектор
4. ВАС (бактериальный искусственный хромосома)

- а) Эффективная доставка генов в клетки хозяина с возможностью интеграции или эпизомального сохранения
- б) Используется для клонирования больших фрагментов ДНК (~40-45 кб)

- в) Позволяет клонировать очень крупные фрагменты до 300-350 кб для картирования геномов и исследований сложных участков
- г) Используется для клонирования и экспрессии генов в прокариотах и эукариотах

Запишите выбранные буквы под соответствующими цифрами:

1)	2)	3)	4)

2. Соотнесите ферменты генной инженерии с их биохимическими функциями в работе с ДНК:

1. ДНК-лигаза
2. Рестриктаза типа II
3. Экзонуклеаза III
4. ДНК-полимераза I

- а) Разрезает ДНК строго в определённых палиндромных последовательностях
- б) Замещает участки ДНК, удалённые экзонуклеазой, синтезируя новые цепи
- в) Удаляет нуклеотиды с 3'-конца одноцепочечных и двуцепочечных молекул ДНК
- г) Катализирует образование фосфодиэфирной связи между нуклеотидами

Запишите выбранные буквы под соответствующими цифрами:

1)	2)	3)	4)

3. Установите последовательность событий при подготовке задач по биоинформатическому дизайну рестрикционных сайтов и последующего клонирования ампликона:

- а) Создание ПЦР-праймеров с рестрикционными сайтами на концах
- б) Определение целевого гена и участков в векторе для вставки
- в) Анализ отсутствия сайтов рестрикции внутри гена
- г) Клонирование ПЦР-ампликона в подходящий вектор
- д) Подбор рестриктаз с подходящими сайтами рестрикции

Ответ

--	--	--	--	--

### ***Оценочные материалы для промежуточной аттестации***

Форма промежуточной аттестации - **зачет**.

К зачету допускаются студенты, выполнившие в полном объеме аудиторную нагрузку, самостоятельную работу, успешно сдавшие все предусмотренные формы текущего контроля. Студенты, имеющие задолженность по текущему контролю, должны выполнить все обязательные виды деятельности по учебному плану, и только затем допускаются к сдаче зачета. Зачет проводится в форме тестирования.

Оценка ответа осуществляется в соответствии со следующими критериями: полнота ответа на вопросы, степень владения материалом, изложенного в основных и дополнительных источниках литературы, степень владения профессиональной терминологией и понятийным аппаратом дисциплины.

#### *Вопросы для подготовки к выполнению тестовых заданий для зачета*

1. Определите основные достижения биологической науки и исторические предпосылки, предопределившие возникновение генетической инженерии как новой отрасли биологических знаний.

2. Сформулируйте современные задачи генетической инженерии и основную стратегию генно-инженерных исследований.
3. Сформулируйте основные этапы типичного эксперимента по получению и клонированию рекомбинантных молекул ДНК.
4. Опишите методы селекции клонов, содержащих вставку нужной длины. Виды селективных маркеров для селекции, принципы их использования.
5. Укажите две ферментативные активности, которыми обладают RM-системы, и две основные функции, которые они выполняют в клетках бактерий.
6. Укажите, какой из методов конструирования гибридных ДНК *in vitro* был использован для:
  - а) конструирования клонирующих векторов на основе фага лямбда
  - б) конструирования космид
  - в) конструирования искусственных бактериальных хромосом
7. Укажите причины проявления природной амплификации генов в клетках грамположительных бактерий.
8. Укажите принципиальные отличия при создании и клонировании молекулярных векторов для грамотрицательных и грамположительных бактерий.
9. Какие процессы функционирования бактериальных клеток изучают с помощью генно-инженерных систем грамположительных бактерий?
10. Укажите все методы плазмидной трансформации клеток прокариот.
11. Укажите условия, при которых возможна экспрессия чужеродных генов в клетках *E. coli*.
12. Какие факторы обеспечивают правильную экспрессию клонированных эукариотических генов в клетках бактерий.
13. Нарисуйте схему случайного введения линкерной молекулы в молекулу кольцевой плазмидной ДНК.
14. Определите факторы, позволившие успешно конструировать штаммы-продуценты первичных метаболитов, таких как аминокислоты и витамины, на основе *E. coli*.
15. Сформулируйте основу методического подхода клонирования эукариотических генов, имеющих экзон-интронную структуру.

Разработчик:

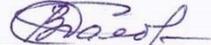


(подпись)

доцент Павличенко В.В.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 06.05.01 «Биоинженерия и биоинформатика».

Программа рассмотрена на заседании кафедры физико-химической биологии, биоинженерии и биоинформатики 19.03.2025 г. протокол № 12.

Зав. кафедрой, д.б.н., профессор В.П. Саловарова 

*Настоящая программа не может быть воспроизведена ни в какой форме без предварительного письменного разрешения кафедры-разработчика программы.*