



**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**  
ФГБОУ ВО «ИГУ»  
**Кафедра микробиологии**

УТВЕРЖДАЮ

\_\_\_\_\_  
Декан биолого-почвенного факультета

А. Н. Матвеев

«20» мая 2024 г.



**Рабочая программа дисциплины**

Наименование дисциплины: Б1.В.8 «**МОЛЕКУЛЯРНАЯ ГЕНЕТИКА И ГЕННАЯ ИНЖЕНЕРИЯ**»

Направление подготовки: 06.04.01 «Биология»

Направленность (профиль) подготовки: «Микробиология и вирусология»

Квалификация выпускника: Магистр

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

Согласовано с УМК биолого-почвенного  
факультета  
Протокол № 7 от «20» мая 2024 г.

Председатель А. Н. Матвеев

Рекомендовано кафедрой:  
Протокол № 8  
От «23» апреля 2024 г.

Зав. кафедрой О. Ф. Вятчина

Иркутск 2024 г.

## Содержание

	стр.
I. Цель и задачи дисциплины .....	3
II. Место дисциплины в структуре ОПОП .....	3
III. Требования к результатам освоения дисциплины .....	3
IV. Содержание и структура дисциплины .....	6
4.1 Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов .....	6
4.2 План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине .....	8
4.3 Содержание учебного материала .....	10
4.3.1 Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ.....	11
4.3.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение в рамках самостоятельной работы студентов .....	12
4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов .....	13
4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов) .....	14
V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины .....	14
а) перечень литературы .....	14
б) периодические издания .....	14
в) список авторских методических разработок .....	14
г) базы данных, поисково-справочные и информационные системы.....	15
VI. Материально-техническое обеспечение дисциплины .....	15
6.1. Учебно-лабораторное оборудование .....	15
6.2. Программное обеспечение .....	16
6.3. Технические и электронные средства обучения .....	16
VII. Образовательные технологии .....	16
VIII. Оценочные материалы для текущего контроля и промежуточной аттестации .....	16

## I. Цель и задачи дисциплины:

**Цель:** формирование знаний, умений и навыков в применении методов генетического анализа и геномной инженерии для научно-исследовательской и практической деятельности в области микробиологии и вирусологии.

### **Задачи:**

- формирование знаний о методологии и особенностях генетического анализа в применении к изучению тонкой структуры гена и его экспрессии;
- формирование знаний основных принципов конструирования организмов с наперед заданными свойствами методами геномной инженерии;
- продемонстрировать на генетических моделях возможности решения конкретных исследовательских и практических задач микробиологии и вирусологии с помощью методов молекулярной генетики и геномной инженерии.

## II. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

2.1. Учебная дисциплина Б1.В.8 «Молекулярная генетика и геномная инженерия» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений.

2.2. Для изучения данной учебной дисциплины необходимы знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами: «Частная микробиология и систематика микроорганизмов», «Метаболизм микроорганизмов», «Методы молекулярно-генетических исследований», «Частная вирусология», «Управление исследовательской и проектной деятельностью».

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 в соответствии с ФГОС ВО и ОП ВО по данному направлению подготовки 06.04.01 «Биология», профиль «Микробиология и вирусология»:

**ПК-1:** Способен использовать теоретические знания в области микробиологии и вирусологии и методологические подходы для решения профессиональных задач.

**ПК-2:** Способен самостоятельно планировать и выполнять научно-исследовательскую работу в области микробиологии и вирусологии, применять микробиологические методы исследования, использовать современную аппаратуру.

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

Компетенция	Индикаторы компетенций	Результаты обучения
<i>ПК-1</i> способен использовать теоретические знания в области микробиологии и вирусологии и методологические подходы для решения профессиональных	<i>ИДК ПК 1.1</i> Знает особенности организации и жизнедеятельности клеточных и неклеточных микроорганизмов, современные принципы	Знать: особенности строения, жизненных циклов неклеточных и клеточных микроорганизмов, условий их жизнедеятельности и фундаментальные основы биологических процессов на молекулярном уровне. Уметь: осознанно осуществить выбор организма, пригодного для создания генетической модели, используемой в

задач.	их систематики, роль в биосферных процессах, возможности их использования в экобиотехнологиях для решения научно-исследовательских задач.	решении конкретных исследовательских и практических задач микробиологии, вирусологии и экобиотехнологии. Владеть: способами конструирования генетических моделей с использованием микроорганизмов разной систематической принадлежности и организацией генетического материала.
	<i>ИДК ПК 1.2</i> Умеет применять методологические подходы при проведении микробиологических исследований.	Знать: методологию тонкого генетического анализа и генно-инженерного конструирования клеточных и неклеточных микроорганизмов Уметь: применять общие подходы и современные методы при исследовании молекулярно-генетических процессов у микроорганизмов. Владеть: терминами и понятиями молекулярной генетики и генной инженерии.
<i>ПК-2:</i> способен самостоятельно планировать и выполнять научно-исследовательскую работу в области микробиологии и вирусологии, применять микробиологические методы исследования, использовать современную аппаратуру.	<i>ИДК ПК 2.1</i> Знает сущность методов исследования, используемых в микробиологии; принципы работы и эксплуатации специального оборудования.	Знать: сущность методов генетического анализа, используемых в исследовании молекулярно-генетических механизмов биологических явлений у микроорганизмов. Уметь: приобретать новые знания с использованием современных научных методов, использовать современную аппаратуру на уровне, необходимом для решения задач, возникающих в профессиональной деятельности. Владеть: навыками эксплуатации оборудования, используемого для решения фундаментальных и прикладных задач микробиологии, молекулярной генетики, генной инженерии и экобиотехнологии.
	<i>ИДК ПК 2.2</i> Умеет самостоятельно планировать и осуществлять научный эксперимент, использовать современную аппаратуру при проведении исследований.	Знать: формы и методы научного познания, требования к проведению генетических экспериментов с микроорганизмами, принципиальную схему генно-инженерных работ. Уметь: проводить обработку и анализ научных результатов, обобщать результаты в форме научных докладов, тезисов и статей. Владеть: навыками самостоятельного планирования научно-исследовательского эксперимента на современном научно-методическом уровне.
	<i>ИДК ПК 2.3</i> Владеет методами микробиологического анализа различных субстратов, культивирования	Знать: методы и логику генетического анализа в изучении диагностических признаков микроорганизмов с разным уровнем организации генетического материала. Уметь: прогнозировать возможный фенотип мутантов с нарушением

	микроорганизмов, исследования их диагностических признаков и их генетической детерминации.	ступенчатых или матричных процессов в клетке, планировать и реализовывать способы их селекции; осуществлять физическое и генетическое картирование генов, конструировать генетические модели для научной и производственно-технологической деятельности. Владеть: методами культивирования микроорганизмов разной систематической принадлежности, с разной организацией генетического материала.
--	--	---

#### IV. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Объем дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа, в том числе, 31 час на экзамен.

Из них реализуется с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий 69 часов

**Форма промежуточной аттестации:** экзамен.

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

№ п/п	Раздел дисциплины/тема	Семестр	Всего часов	Из них практическая подготовка обучающихся	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся, практическую подготовку и трудоемкость (в часах)				Форма текущего контроля успеваемости/ Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
					Контактная работа преподавателя с обучающимися			Самостоятельная работа	
					Лекция	Практическое занятие	Консультация		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Раздел I. Методология генетического анализа в решении проблем молекулярной микробиологии и вирусологии. Тема 1. Молекулярная генетика и ее место в системе биологических наук.	3	8	-	2	2	-	4	Устный опрос, письменная работа КСР
2	Раздел I. Тема 2. Методология генанализа структуры и функции гена.	3	12	-	2	2	-	8	Устный опрос, решение задач КСР
3	Раздел I.Тема 3. Использование микроорганизмов в расшифровке генетического кода и механизмов реализации генетической информации.	3	12	-	2	2	-	8	Устный опрос, письменная работа, КСР
4	Раздел I. Тема 4. Генетический контроль	3	12	-	2	2	-	8	Устный опрос,

	процессов воспроизведения, сохранения и защиты ДНК.								письменная работа, решение задач, КСР
5	Раздел I. Тема 5. Рекомбинация генетического материала.	3	12	-	2	2	-	8	Коллоквиум, письменная работа, КСР
6	Раздел I. Тема 6. Регуляция активности генов.	3	12	-	2	2	-	8	Устный опрос, решение задач, КСР
7	Раздел II. Методы и понятия генной инженерии. Тема 7. Основная схема экспериментов и инструментарий генной инженерии. Понятие о векторах. Клонирование генов.	3	12	-	2	2	-	8	Решение задач, Коллоквиум КСР
8	Раздел II. Тема 7. Операции на ДНК.	3	12	-	2	2	-	8	Коллоквиум, письменная работа, КСР
9	Раздел II. Тема 8. Создание геномных библиотек и методы их скрининга. Практическое использование методов молекулярной генетики и генной инженерии в решении теоретических и прикладных задач микробиологии и вирусологии.	3	14	-	2	2	1	9	Проектная работа, доклад с презентацией

#### 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.)		
3	Раздел I. Методология генетического анализа в решении проблем молекулярной микробиологии и вирусологии. Тема 1. Молекулярная генетика и ее место в системе биологических наук.	Внеаудиторная, воспроизводящая и реконструктивная Подготовка к практическому занятию с использованием конспекта лекции и рекомендуемой литературы, письменный ответ на вопросы и решение задач.	1	4	Письменная работа	1а, 1в, 4в, 7в
3	Раздел I. Тема 2. Методология генанализа структуры гена.	Внеаудиторная, реконструктивная, эвристическая. Домашнее задание с решением задач.	3	8	Решение задач	1а, 2а, 3а, 1в, 7в
3	Раздел I. Тема 3. Использование микроорганизмов в расшифровке генетического кода и механизмов реализации генетической информации.	Внеаудиторная, воспроизводящая и реконструктивная Подготовка к практическому занятию с использованием конспекта лекции и рекомендуемой литературы.	5	8	Письменная работа	1а, 2а, 3а, 1в, 7в
3	Раздел I. Тема 4. Генетический контроль процессов воспроизведения, сохранения и защиты ДНК.	Внеаудиторная, реконструктивная. Подготовка к практическому занятию с использованием рекомендуемой литературы, выполнить домашнее задание	7	8	Письменная работа, решение задач	1а, 2а, 3а, 1в, 7в
3	Раздел I. Тема 5. Рекомбинация генетического материала.	Внеаудиторная, реконструктивная. Домашнее задание.	9	8	Письменная работа	1а, 2а, 1в, 7в



Семестр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Трудоёмкость (час.)		
3	Раздел I. Тема 6. Регуляция активности генов.	Внеаудиторная, воспроизводящая и творческая. Домашнее задание.	11	8	Решение задач	2а, 3в, 5в, 7в
3	Раздел II. Методы и понятия генной инженерии. Тема 7. Основная схема экспериментов и инструментарий генной инженерии. Понятие о векторах. Клонирование генов.	Внеаудиторная, реконструктивная. Домашнее задание с задачами.	13	8	Решение задач	4а, 2в, 6в, 7в
3	Раздел II. Тема 8. Операции на ДНК.	Внеаудиторная, реконструктивная. Домашнее задание с задачами.	15	8	Письменная работа	4а, 2в, 6в, 7в
3	Раздел II. Тема 9. Практическое использование методов молекулярной генетики и генной инженерии в решении теоретических и прикладных задач микробиологии и вирусологии.	Внеаудиторная, творческая. Подготовить доклад с презентацией по исследовательской работе.	17	9	Доклад	3а, 4а, б, 2в, 6в, 7в, г (Все источники из списка настоящей РПД)
Общий объем самостоятельной работы по дисциплине (час) – <b>69</b>						
Из них объем самостоятельной работы с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий (час) - 69						

### 4.3 Содержание учебного материала

**Раздел I. Методология генетического анализа в решении проблем молекулярной микробиологии и вирусологии.**

Тема 1. Молекулярная генетика и ее место в системе биологических наук. Методы генетического анализа и его этапы, разработанные в классический период: мутационный анализ, гибридологический анализ, комплементационный анализ. Представление о гене, сложившееся в классический период развития генетики. Понятие о разрешающей способности генетического анализа. Микроорганизмы как наиболее удобные модельные объекты для исследования молекулярных механизмов наследственности и изменчивости.

Тема 2. Методология генанализа структуры гена. Линейная протяженность и делимость гена. Центровая теория гена. Структура гена у бактериофага Т4. Размножение фага в чувствительном штамме бактерии. Мутанты фага Т4. С.Бензер и тонкий генетический анализ. Мутационный анализ структуры гена. Рекомбинационный анализ структуры гена. Делеционный анализ структуры гена. Комплементационный анализ функции гена. Основные понятия теории гена. Структурные и регуляторные гены: подходы к их изучению.

Тема 3. Использование микроорганизмов в расшифровке генетического кода и механизмов реализации генетической информации. Гипотеза «Один ген – один фермент». Коллинеарность мутаций в гене *trp E. coli* и замен аминокислот в  $\alpha$ -субъединице триптофансинтетазы. Коллинеарность гена 23 и белка оболочки фага Т4. Генетический анализ генетического кода. Этапы анализа гена. Понятие о мутационных моделях.

Тема 4. Генетический контроль процессов воспроизведения, сохранения и защиты ДНК. Понятие о репликоне. Молекулярные механизмы мутаций. Защита ДНК от повреждений. Репарация, механизмы и генетический контроль. Системы рестрикции-модификации бактерий как защита от чужеродной ДНК.

Тема 5. Рекомбинация генетического материала. Общая гомологичная рекомбинация, ее этапы. Рекомбинация у бактерий: конъюгация, трансформация, трансдукция. Общая рекомбинация у фагов. Сайт-специфическая рекомбинация. Интеграза фага лямбда. Инвертаза фага  $\mu$ . Незаконная рекомбинация. Транспозиции. Структура бактериальных транспозонов: IS-элементы и транспозоны. Роль подвижных элементов.

Тема 6. Регуляция активности генов. Понятие о регуляции экспрессии генов прокариот: каскадная, групповая и системная. Методология генетического анализа регуляции активности генов. Модель оперона Ф. Жакоба и Ж.Моно. Негативная регуляция генов на уровне инициации транскрипции. Позитивная регуляция экспрессии генов на уровне инициации транскрипции. Регуляция активности генов на уровне терминации транскрипции. Атенуация и риборегуляция. Ингибирование по типу обратной связи. Принципиально новые стратегии получения штаммов-продуцентов целевых продуктов на основе групповой регуляции.

**Раздел II. Методы и понятия генной инженерии.**

Тема 7. Основная схема экспериментов и инструментарий генной инженерии. Ферменты, используемые в генно-инженерных работах, их свойства и применение. Понятие о векторах. Векторы на основе плазмидной ДНК, принципы конструирования и клонирования. Векторы на основе ДНК фага лямбда. Космиды, принципы клонирования в космидах. Фазмидные векторы, принципы клонирования. Векторы на основе одноцепочечной ДНК бактериофага M13.

Тема 8. Операции на ДНК. Выделение ДНК. Подготовка фрагментов ДНК для клонирования. Способы объединения фрагментов ДНК *in vitro*. Синтез олигонуклеотидов и генов. Синтез и клонирование кДНК. Амплификация фрагмента ДНК (клонирование *in vitro*). Введение метки в нуклеиновые кислоты. Методы определения первичной структуры ДНК. Направленный мутагенез.

Тема 9. Создание геномных библиотек и методы их скрининга. Понятие о банках генов и их полноте. Методы поиска нужного гена в клонотеке генома. Метод гибридизации колоний. Иммунологические методы. Генетический метод.

Рекомбинационный метод. Векторы непрямо́й и прямо́й селекции. Некоторые проблемы, возникающие при генно-инженерном конструировании штаммов-продуцентов на основе *E. coli*. Практическое использование методов молекулярной генетики и генной инженерии в решении теоретических и прикладных задач микробиологии и вирусологии.

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

№ п/п	№ раздела и темы	Наименование практических работ	Трудоемкость (час.)		Оценочные средства	Формируемые компетенции (индикаторы)*
			Всего часов	Из них практическая подготовка		
1	2	3	4	5	6	7
1	I.1.	Методы и разрешающая способность генетического анализа.	2	-	Устный опрос	<b>ПК-1</b> <i>ИДК ПК 1.1</i> <i>ИДК ПК 1.2</i>
2	I.2.	Методология генанализа структуры и функции гена на примере бактериофага	2	-	Устный опрос	<b>ПК-1</b> <i>ИДК ПК 1.2</i> <b>ПК-2</b> <i>ИДК ПК 2.1</i> <i>ИДК ПК 2.3</i>
3	I.3.	Генетический анализ генетического кода.	2	-	Устный опрос	<b>ПК-1</b> <i>ИДК ПК 1.2</i> <b>ПК-2</b> <i>ИДК ПК 2.1</i> <i>ИДК ПК 2.3</i>
4	I.4.	Генетический контроль процессов воспроизведения, сохранения и защиты ДНК.	2	-	Устный опрос	<b>ПК-1</b> <i>ИДК ПК 1.1</i> <i>ИДК ПК 1.2</i> <b>ПК-2</b> <i>ИДК ПК 2.3</i>
5	I.5.	Рекомбинация генетического материала.	2	-	Коллоквиум	<b>ПК-1</b> <i>ИДК ПК 1.1</i> <i>ИДК ПК 1.2</i> <b>ПК-2</b> <i>ИДК ПК 2.1</i> <i>ИДК ПК 2.3</i>
6	I.6.	Методология генетического анализа регуляции активности генов.	2	-	Устный опрос	<b>ПК-1</b> <i>ИДК ПК 1.1</i> <i>ИДК ПК 1.2</i> <b>ПК-2</b> <i>ИДК ПК 2.1</i> <i>ИДК ПК 2.3</i>
7	II.7.	Инструментарий генной инженерии: ферменты и векторы	2	-	Коллоквиум	<b>ПК-1</b> <i>ИДК ПК 1.1</i> <i>ИДК ПК 1.2</i> <b>ПК-2</b> <i>ИДК ПК 2.1</i> <i>ИДК ПК 2.2</i> <i>ИДК ПК 2.3</i>
8	II.8.	Операции на ДНК. Банки генов и проблемы скрининга	2	-	Коллоквиум	<b>ПК-1</b> <i>ИДК ПК 1.2</i> <b>ПК-2</b> <i>ИДК ПК 2.1</i> <i>ИДК ПК 2.2</i> <i>ИДК ПК 2.3</i>
9	II.9.	Практическое	2	-	Доклад	<b>ПК-1</b>

		использование методов молекулярной генетики и геномной инженерии в решении теоретических и прикладных задач микробиологии и вирусологии.				ИДК ПК 1.1 ИДК ПК 1.2 <b>ПК-2</b> ИДК ПК 2.1 ИДК ПК 2.2 ИДК ПК 2.3
--	--	--	--	--	--	---

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

№ п/п	Тема	Задание	Формируемая компетенция	ИДК
1.	Тема 1. Разрешающая способность генетического анализа	Изучить материал видео-лекции: Ким А. И. - Генетика - Молекулярные механизмы наследственности, 1.43.31 час. Ответить на вопросы и решить задачу.	ПК-1	ИДК ПК 1.1 ИДК ПК 1.2
2.	Тема 2. Тонкий генетический анализ.	Изучить теоретический материал, ответить на вопросы и решить задачи.	ПК-1, ПК-2	ИДК ПК 1.2 ИДК ПК 2.1 ИДК ПК 2.3
3.	Тема 3. Использование микроорганизмов в расшифровке генетического кода и механизмов реализации генетической информации.	Изучить теоретический материал, читать: В. А. Ратнер «Генетический код как система» <a href="http://www.rugenome.ru/articles/geneticheskiy_kod_kak_sistema/">http://www.rugenome.ru/articles/geneticheskiy_kod_kak_sistema/</a> , ответить на вопросы и решить задачи.	ПК-1, ПК-2	ИДК ПК 1.2 ИДК ПК 2.1 ИДК ПК 2.3
4.	Тема 4. Генетический контроль процессов воспроизведения, сохранения и защиты ДНК.	Изучить теоретический материал по теме, ответить на вопросы и решить задачи.	ПК-1, ПК-2	ИДК ПК 1.1 ИДК ПК 1.2 ИДК ПК 2.3
5.	Раздел I. Тема 5. Рекомбинация генетического материала.	Изучить теоретический материал, ответить на вопросы.	ПК-1, ПК-2	ИДК ПК 1.1 ИДК ПК 1.2 ИДК ПК 2.1 ИДК ПК 2.3
6.	Раздел I. Тема 6. Регуляция активности генов.	Изучить теоретический материал, решить задачи.	ПК-1, ПК-2	ИДК ПК 1.1 ИДК ПК 1.2 ИДК ПК 2.1 ИДК ПК 2.3
7.	Раздел II. Методы и понятия геномной инженерии. Тема 7. Основная схема экспериментов и инструментарий геномной инженерии. Понятие о векторах. Клонирование генов.	Изучить теоретический материал, ответить на вопросы, решить задачи.	ПК-1, ПК-2	ИДК ПК 1.2 ИДК ПК 2.1 ИДК ПК 2.2 ИДК ПК 2.3
8.	Раздел II. Тема 8.	Прослушать видео-лекцию:	ПК-1, ПК-2	ИДК ПК 1.2

	Операции на ДНК.	«Знакомство с методами выделения геномной ДНК», разобрать другие операции на ДНК и, ответить на вопросы, решить задачи.		<i>ИДК</i> ПК 2.1 <i>ИДК</i> ПК 2.2 <i>ИДК</i> ПК 2.3
9.	Раздел II. Тема 9. Создание геномных библиотек и методы их скрининга. Практическое использование методов молекулярной генетики и генной инженерии в решении теоретических и прикладных задач микробиологии и вирусологии.	Ответить на вопросы, решить задачи. Подготовить доклад с презентацией по исследовательской работе.	ПК-1, ПК-2	<i>ИДК</i> ПК 1.1 <i>ИДК</i> ПК 1.2 <i>ИДК</i> ПК 2.1 <i>ИДК</i> ПК 2.2 <i>ИДК</i> ПК 2.3

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

Самостоятельная работа магистрантов является основной частью учебного процесса и имеет целью закрепление и углубление полученных знаний и навыков, самостоятельный поиск и приобретение новых знаний, а также выполнение учебных заданий, подготовку к предстоящим занятиям и экзамену.

Для организации самостоятельной работы по дисциплине «Молекулярная генетика и генная инженерия» используется в основном внеаудиторная форма самостоятельной учебной работы - работа над конспектом лекций, просмотр видео-лекций, подготовка к практическим занятиям, изучение научной и специальной литературы, выполнение домашних заданий по темам, подготовка и написание доклада, подготовка к экзамену.

Контролируется и оценивается СР через ответы на предложенные преподавателем вопросы для самоконтроля, выполнение домашних заданий в виде письменных работ, самостоятельное решение задач. Выдаваемые задания являются обязательными для всех обучающихся без исключения, единые сроки и форма отчетности. Возможны корректирующие задания в случае, если студент не точен в своих ответах, или затрудняется ответить. В случае успешного освоения студентом материала могут быть предложены индивидуальные задания, расширяющие объем знаний.

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

*Письменные работы.* В рамках дисциплины «Молекулярная генетика и генная инженерия» предусмотрено выполнение письменных работ, в которых студенты должны ответить на ряд контрольных вопросов и решить задачи (см. п. 4.3.2.). Качество выполненной работы оценивается в ходе обсуждения данных вопросов при проведении коллоквиума по соответствующей теме (см. п. 4.3.1).

*Доклад* – это сообщение в течение 10-15 мин, в котором студент в лаконичной форме должен изложить материал своей исследовательской работы, придерживаясь следующего плана: введение, основная часть, заключение. Доклад сопровождается презентацией, отражающей основные положения по соответствующей теме, включающей наглядные материалы (схемы, таблицы, фото и т.д.). По окончании доклада студенту задают вопросы, как преподаватель, так и студенты, на которые докладчик должен дать исчерпывающие ответы.

Критерии оценивания устного доклада:

- Оценка «отлично». В докладе полностью раскрыта тема, проанализировано современное состояние вопроса; студент свободно владеет материалом, излагает его

логично, последовательно, лаконично, соблюдая основные правила культуры речи. Доклад сопровождается презентацией, которая отражает основные положения доклада, презентация составлена грамотно с соблюдением общих требований, правил шрифтового оформления, подачи графического материала, имеются ссылки на приведенные фото, рисунки, схемы и т.д., приводится список использованной литературы. При обсуждении доклада студент дает исчерпывающие, аргументированные, корректные ответы на вопросы.

- Оценка «хорошо». Тема раскрыта, приведено достаточное количество материала, но при этом материал в недостаточной степени проанализирован автором. Презентация не в полной степени соответствует общим требованиям. Ответы студента не на все вопросы являются исчерпывающими и аргументированными.

- Оценка «удовлетворительно». Тема раскрыта не полно, материал приведен как простая констатация фактов, не проанализирован, студент показывает поверхностные знания. Презентация частично соответствует установленным требованиям. При обсуждении доклада студент не всегда дает правильные, исчерпывающие ответы на задаваемые вопросы.

- Оценка «неудовлетворительно». Тема доклада не раскрыта, скудный объем приведенных материалов; презентация отсутствует. При обсуждении доклада студент не дает ответы или они не соответствуют заданным вопросам.

**4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов):** не предусмотрены учебным планом.

## **V. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **а) перечень литературы**

1. Инге-Вечтомов С.Г. Введение в молекулярную генетику. – М : Высш. шк., 1983. – 343 с.

2. Жимулев И.Ф. Общая и молекулярная генетика. Адрес доступа: [https://www.studmed.ru/zhimulev-if-obschaya-i-molekulyarnaya-genetika\\_c3c113adebd.html](https://www.studmed.ru/zhimulev-if-obschaya-i-molekulyarnaya-genetika_c3c113adebd.html)

3. Кребс, Д. Г. Гены по Льюису : учебное пособие / Д. Г. Кребс, С. Килпатрик ; перевод с английского под редакцией Д. В. Ребрикова, Н. Ю. Усман ; художник В. Е. Шкерин. — 4-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2021. — 922 с. — ISBN 978-5-93208-506-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/172253>

4. Щелкунов С.Н. Генетическая инженерия в 2-х т. / С.Н. Щелкунов. – Новосибирск: изд-во Новосиб. ун-та, 2004. – 496 с.

### **б) периодические издания**

Журнал «Молекулярная генетика, микробиология и вирусология», ООО Издательство "Медиа Сфера" (Москва); <http://www.e-library.ru>

### **в) список авторских методических разработок:**

1. Молекулярная биология : биосинтез и функционирование макромолекул у прокариот : учеб. пособие / В. И. Чемерилова, О. А. Секерина. – Иркутск : Изд-во ИГУ, 2013. – 314 с.

2. Чемерилова В. И. Основы геномики и протеомики: технологии рекомбинантных ДНК первого поколения (генная инженерия) : учеб. пособие / В. И. Чемерилова. – Иркутск : Изд-во ИГУ, 2014. – 238 с.

3. Чемерилова В. И. Транскрипционная регуляция экспрессии генов у бактерий. Механизмы и генетический контроль системной регуляции : учеб. пособие. – Иркутск: Иркут. ун-т, 2005. – 132 с.

4. Чемерилова В.И. Разрешающая способность генетического анализа и его особенности у бактерий : учеб. пособие для самостоят. работы студ., обуч. на

специализациях «Генетика» и «Микробиология» / В. И. Чемерилова, О. А. Секерина ; Фед. агентство по образованию; Иркут. гос. ун-т. - Иркутск : Изд-во ИГУ, 2005. - 124 с.

5. Чемерилова В. И. Генетика микроорганизмов: генетический анализ регуляции экспрессии генов : учеб. пособие / В. И. Чемерилова. – Иркутск : Изд-во ИГУ, 2013. – 299 с.

6. Чемерилова В. И. Основы генной инженерии : учеб. пособие / В. И. Чемерилова. – Иркутск : Иркут. ун-т, 1998. – 140 с.

7. Учебно-методические материалы (тексты лекций с презентациями, задания для самостоятельной работы, методические указания по самостоятельной работе студентов, сборники задач, глоссарий), выложенные в ЭИОС ИГУ (<https://educa.isu.ru>).

#### **г) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

1. <http://www.e-library.ru> - Научная Электронная Библиотека;

2. <http://window.edu.ru> - Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»;

3. <https://www.biblio-online.ru/> - ЭБС «ЮРАЙТ».

4. <http://www.fptl.ru/biblioteka/biotehnologiya.html>

5. <http://www.medbook.net.ru/010512.shtml>

6. <http://www.tusearch.blogspot.com> – поиск на сайтах научных библиотек. В поисковой системе отобраны наилучшие библиотеки, в большинстве которых можно скачать материалы в полном объеме без регистрации;

7. Google Scholar – Поисковая система по научной литературе.

8. Science Research Portal - Научная поисковая система, осуществляющая полнотекстовый поиск в журналах многих крупных научных издательств, таких как Elsevier, Highwire, IEEE, Nature, Taylor & Francis и др. Ищет статьи и документы в открытых научных базах данных: Directory of Open Access Journals, Library of Congress Online Catalog, Science.gov и Scientific News;

9. <http://www.geneforum.ru> – Генетический форум;

10. <http://www.eimb.relarn.ru> – институт молекулярной биологии им. В.А. Энгельгардта РАН;

11. <http://www.protein.bio.msu.ru/biokhimiya/index.htm> - каталог научно-образовательных ресурсов МГУ;

12. <http://www.sci-lib.com> – наука, новости науки и техники для студентов;

13. <http://www.biomolecula.ru> – наука, новости;

14. <http://elementy.ru/genbio/molecular-> журнал общей биологии;

15. <http://www.pereplet.ru> – Сайт Соросовского образовательного журнала.

## **VI. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **6.1. Учебно-лабораторное оборудование:**

Аудитория для проведения занятий лекционного типа: оборудована специализированной (учебной) мебелью на 25 посадочных мест; техническими средствами обучения: проектор Epson EB-X03, доска маркерная; учебно-наглядными пособиями, обеспечивающими тематические иллюстрации по дисциплине: презентации по темам программы.

Аудитория для проведения занятий практического типа: оборудована специализированной (учебной) мебелью на 10 посадочных мест; доской меловой; техническими средствами обучения: проектор BenQ MS521P учебно-наглядными пособиями: презентации по темам программы.

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 блок Athlon 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.

Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования: аудитория оборудована специализированной мебелью на 3 посадочных места; ноутбук Lenovo П580, проектор BenQ MS521P.

### **6.2. Программное обеспечение:**

Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Стандартный Russian Edition;

Foxit PDF Reader 8.0;

LibreOffice 5.2.2.2;

Ubuntu 14.0;

АСТ-Тест Plus 4.0 (на 75 одновременных подключений) и Мастер-комплект (АСТ-Maker и АСТ-Converter).

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

Презентации по всем темам курса. Подборка видеоматериалов. Мультимедийные средства и другая техника для презентаций учебного материала.

## **VII. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

Для освоения дисциплины «Молекулярная генетика и генная инженерия» применяются следующие образовательные технологии:

- информационно-коммуникационные технологии: информационная лекция, лекция-визуализация, проблемная лекция, практические занятия в виде семинара-исследования, или коллоквиума;

- дистанционные образовательные технологии: видео-конференции, сетевая интернет-технология работа в ЭИОС ИГУ (educa.isu.ru);

- самостоятельная работа студентов (см. п.4.4);

- контроль самостоятельной работы (КСР).

Теоретическая часть программы реализуется в виде чтения лекций с использованием мультимедийных средств. Практические занятия студентов проводятся с аудио- и видеоматериалами и использованием основных программных продуктов в сети Интернет. Знания закрепляются самостоятельным выполнением домашних заданий.

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

*Оценочные материалы текущего контроля формируются в соответствии с ЛНА университета*

В рамках дисциплины «Молекулярная генетика и генная инженерия» используются следующие формы текущего контроля:

- устный опрос;
- письменная работа;
- решение задач;
- коллоквиум;
- доклад с презентацией;
- контроль самостоятельной работы.



Фонд оценочных средств включает:

- фонд домашних заданий по дисциплине,
- тематика и вопросы к коллоквиумам,
- вопросы и билеты для экзамена,
- критерии оценки знаний студентов.

Назначение оценочных средств: выявить сформированность компетенций ПК-1 и ПК-2 (см. п. III), их составляющих частей ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-2.1, ПК-2.2 и ПК-2.3.

### Демонстрационные варианты домашних заданий текущего контроля

#### Задание 1.

1. Ответьте на вопросы:

1. Что подразумевают под понятием «генетический анализ», на что он направлен?
2. Перечислите методы, с помощью которых проводят генетический анализ.
3. Какой метод применяется для установления наличия гена, т.е. того, что определенный признак находится под генетическим контролем?
4. Какой метод используют для установления места расположения определенного гена относительно других генов на хромосоме?
5. С какой целью используется комплементационный анализ?
6. Какое представление о гене сложилось в классический период развития генетики? Почему?

7. Сколько потомков надо проанализировать, чтобы обнаружить расстояние между генами в 0,1%, если обнаружили только одного рекомбинанта? Сколько пар оснований ДНК разделяет эти гены?

8. Как увеличить разрешающую способность генанализа и довести ее до молекулярного уровня?

#### Задание 7.

1. Прочитайте тексты: введение, общие этапы, системы рестрикции-модификации.

2. Кратко ответьте на следующие вопросы:

1. Что послужило методологической основой создания рекомбинатных ДНК?
2. Без каких инструментов не возможны работы по генной инженерии?
3. Какого типа рестриктазы в основном используют в генной инженерии и почему?
4. Карты рестрикции – это генетические или физические карты ДНК?
5. Какой фермент используют для проведения ник-трансляции и для чего она используется?
6. Какой фермент используют для укорочения с двух концов двухцепочечного фрагмента ДНК?
7. С помощью какого фермента можно превратить 5'Р - фосфатный конец ДНК в 5'ОН - гидроксильный конец?
8. С помощью какого фермента можно, наоборот, превратить 5'ОН конец в 5'Р конец в ДНК?
9. С помощью какого фермента можно присоединить дезоксирибонуклеотиды к 3'ОН-концу ДНК, чтобы получить гомополимерные одноцепочечные выступающие концы у двухцепочечной молекулы ДНК?

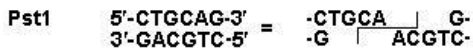
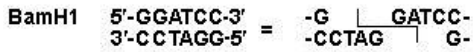
3. Решите следующие задачи;

1. Молекула дцДНК имеет следующую последовательность:

```
5'-ATGCTTTCATTT CAGCTCGAAATTTTGCC-3'
   ||| ||| ||| ||| ||| ||| ||| ||| ||| |||
3'-TACGAAGTAAAGTCGAGCTTAAAACGG-5'
```

Эндонуклеаза рестрикции **AluI** узнает последовательность в дцДНК 5'-AGCT-3' и разрезает обе нити по химическим связям, соединяющим G и C нуклеотиды. Если разрезать указанную молекулу дцДНК ферментом AluI, то какие фрагменты ДНК получатся?

2. Рестриктазы **BamHI** и **PstI** разрезают узнаваемые ими последовательности, как показано ниже.



- (а) Укажите, где находятся 5'- и 3'-концы разрезаемых молекул ДНК.
- (б) Как будут модифицироваться эти концы, если инкубировать разрезанные молекулы ДНК с ДНК-полимеразой I в присутствии всех четырех дезоксирибонуклеозидтрифосфатов?
- (в) Могут ли концы, появившиеся в результате разрезания ферментом BamHI соединиться вновь при инкубации с ДНК-лигазой фага T4 после того, как была проведена реакция, о которой шла речь в пункте Б? Можно ли соединить вместе концы ДНК образовавшиеся при обработке рестриктазой PstI?
- (г) Будет ли регенерировать узнаваемый **BamHI** сайт, о котором шла речь в пункте в, при соединении концов? Будет ли регенерировать сайт, узнаваемый **PstI**? (регенерировать – значит восстановиться)
3. Будут ли последовательности **5'-GGCC-3'** и **3'-GGCC-5'** в двухцепочечной молекуле ДНК разрезаться одной и той же рестриктазой?
4. Препарат кольцевой плазмидной ДНК подвергнут действию указанных в таблице ферментов, а затем анализируют фрагменты при электрофорезе в геле. Используя представленную информацию, постройте карту рестрикции этой плазмидной ДНК.

Фермент	Размеры фрагментов в т.п.н.
XmaI	20
MboI	10
XmaI и MboI	3, 7, 10

5. Препарат линейной вирусной ДНК обрабатывают указанными ниже ферментами и их комбинацией. Получившийся набор рестриктов подвергают электрофорезу. На основе представленных в таблице результатов постройте карту рестрикции вирусной ДНК.

Фермент	Размеры фрагмента в т.п.н.
BglII	5 и 10
HgaI	5 и 10
SmaI	2 и 13
BglII и HgaI	5
BglII и SmaI	2, 5 и 8
HgaI и SmaI	2, 3 и 10

### Задание 8.

Ответить на вопросы:

- Опишите основные этапы создания банка (библиотеки) генов.
- Чем отличается банк (библиотека) генов от энциклопедии генов?
- Почему при создании банка генов стремятся клонировать как можно более крупные фрагменты ДНК?
- Какой бы тип вектора Вы выбрали при создании библиотеки ДНК человека и почему? Геном человека содержит  $3,2 \times 10^9$  н.п.
- Сколько клонов необходимо отобрать для создания представительной геномной библиотеки *Haemophilus influenzae* (гемофильная палочка), если размер генома бактерии составляет 1830000 н.п. (1.8 Мб), а размер вставки в клонирующем векторе 24 000 н.п.?
- Для чего необходимо создание банка кДНК?
- Чем отличается геномный банк генов от банка кДНК?
- Если сравниваются геномная и кДНК последовательности гена, то какую информацию дает вам последовательность кДНК, которая не очевидна из геномной последовательности? Какую информацию содержит геномная последовательность, которой нет в кДНК?
- Что подразумевают под понятием «скрининг банка генов»?
- Какие методы используют в скрининге банков генов?
- При каком условии можно использовать иммунологические методы скрининга?

12. Если клон обнаружил гибридизацию с зондом, означает ли это, что он содержит искомым ген?
13. На аминокислотном анализаторе установлена последовательность первых 30 аминокислот белка:

10
20
30  
**MFYWMIGRST EDWMPLYMKD FWAKHSLICE**

- Переведите аминокислотную последовательность в последовательность нуклеотидов, используя таблицы. Какие два набора олигонуклеотидов размером по 20 нуклеотидов вы порекомендуете в качестве наилучших зондов гибридизации для скрининга библиотеки геномной ДНК и почему?
14. Составьте план эксперимента по получению банка кДНК мыши. Какой вектор Вы предпочтете и почему?

### **Задание 9.**

Подготовить доклад с презентацией, в котором изложить свой проект исследования важного с практической точки зрения признака у объекта выполняемой научно-исследовательской работы. В докладе осветить характеристику объекта и критерии выбора исследуемого признака, предложить этапы и методы определения генетической детерминации признака, его улучшения методами селекции, или генно-инженерного конструирования объекта.

#### ***Оценочные материалы для промежуточной аттестации в форме экзамена***

Форма промежуточной аттестации - *экзамен*. Система оценок: пятибалльная. ОС этого типа проводится в форме УО с решением задач, которые должны выявлять степень освоения теоретических знаний как базу для формирования компетенций, умения их применять в ситуациях, моделирующих профессиональную деятельность, а также сформированность компетенций ПК-1 и ПК-2, заявленных в п. III.

#### **Примерный список вопросов к экзамену**

1. Методы генетического анализа и его разрешающая способность.
2. Методология генанализа структуры и функции гена. Мутационные системы. Основные требования, предъявляемые ко всякой мутационной системе.
3. Этапы генанализа тонкой структуры гена. Методы внутригенного картирования у разных организмов. Метод перекрывающихся делеций.
4. Цис-транс-тест и функциональный критерий аллелизма.
5. Генетический анализ биосинтетических путей и этапов морфогенеза.
6. Общая структура генетического кода, его свойства. Доказательство триплетности кода. Вырожденность кода. Расшифровка состава кодонов. Знаки инициации и терминации.
7. Ступенчатые и матричные процессы в клетке. Методические подходы к изучению генетического контроля матричных процессов. Мутационные системы для изучения генетического контроля матричных процессов.
8. Понятие о репликоне. Доказательства наличия генетического контроля репликации и ее свойств. Ферменты репликации и их генетический контроль. Репликосома. Поливариантность синтеза ДНК.
9. Модификация ДНК. Системы рестрикции-модификации. Ферменты систем и их генетический контроль.
10. Генетический анализ систем репарации ДНК. Ферменты репарации и их генетический контроль.
11. Типы рекомбинации генетического материала. Методология изучения рекомбинации.
12. Этапы транскрипции, подходы к изучению их генетического контроля. ДНК-зависимая РНК-полимераза, функции субъединиц и их генетический контроль.
13. Доказательство адаптерной роли тРНК. Взаимодействие кодон-антикодон. Wobble гипотеза.

14. Трансляционная супрессия. Генетический контроль тРНК.
15. Генетический контроль рРНК и рибосомальных белков. Проблема неоднозначности трансляции.
16. Генетический контроль мутационного процесса. Общность отдельных этапов репликации, репарации и рекомбинации.
17. Понятие о регуляции экспрессии генов прокариот: каскадная, групповая и системная.
18. Общая схема генно-инженерных экспериментов. Ферменты генетических процессов и их использование в генно-инженерных работах.
19. Понятие о векторе. Общие свойства векторов и их назначение. Разнообразие векторов и техник клонирования генов.
20. Подготовка ДНК к клонированию. Методы объединения фрагментов ДНК при клонировании. Методы определения первичной структуры ДНК. Стратегии секвенирования геномной ДНК.
21. Химико-ферментативные методы синтеза генов и олигонуклеотидов. Синтез кДНК. Локализованный мутагенез.
22. Понятие о банке генов, его полноте. Методы поиска рекомбинантных клонов в банке генов. Векторы прямой и непрямой селекции. Маркерные гены.
23. Факторы, влияющие на эффективность экспрессии чужеродных генов. Векторы экспрессии. Проблемы суперпродукентов и стабильности векторов.

**Разработчик:**

доцент И. Г. Кондратов

(подпись)

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 06.04.01 «Биология» и профилю подготовки «Микробиология и вирусология».

Программа рассмотрена на заседании кафедры микробиологии

«23 » апреля 2024 г.

Протокол № 8

Зав. кафедрой



О. Ф. Вятчина

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