

Министерство науки и высшего образования Российской  
Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования «Северо-Осетинский  
государственный университет имени Коста Левановича  
Хетагурова»

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**«Генетическая инженерия и анализ биомолекул»**

Направление подготовки: **06.04.01. Биология**

**Программа "Клеточные и молекулярные технологии"**

Квалификация (степень) выпускника - магистр

Форма обучения - очная

Год начала подготовки 2026

Утверждена в составе ОПОП.

Составитель: к.б.н., доцент кафедры биоэкологии и  
молекулярно-генетических основ живых систем: Дзиццоева З.Л.

Владикавказ 2026

## 1. Структура и общая трудоемкость дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 з.е. (288 ч.).

|                          | Очная форма обучения |
|--------------------------|----------------------|
| Курс                     | 1/2                  |
| Семестр                  | 2/3                  |
| Лекции                   | 14/18                |
| Практические занятия     | 14                   |
| Лабораторные занятия     | 36                   |
| Консультации             |                      |
| Итого аудиторных занятий | 28/54                |
| Самостоятельная работа   | 80/90                |
| Курсовая работа          | -                    |
| Зачет                    | +                    |
| Экзамен                  | 0/36                 |
| Общее количество часов   | 288                  |

## 2. Цели изучения дисциплины

Заключается в обучении студентов основам молекулярной генетики и современным методам, используемым для изучения структуры, функции и взаимодействия генов.

## 3. Место дисциплины в структуре ОПОП:

Б1.О.04. Блок 1. Дисциплины (модули). Обязательная часть.

## 4. Требования к результатам освоения дисциплины

В результате освоения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями (результатами освоения образовательной программы): УК-6 Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки;

ОПК-2 Способен творчески использовать в профессиональной деятельности знания фундаментальных и прикладных разделов дисциплин (модулей), определяющих направленность программы магистратуры;

ОПК-8 Способен использовать современную исследовательскую аппаратуру и вычислительную технику для решения инновационных задач в профессиональной деятельности.

Взаимосвязь планируемых результатов обучения по дисциплине с формируемыми компетенциями ОПОП:

| Компетенции                                                                  | Планируемые результаты обучения, соответствующие формируемым компетенциям ОПОП |                                                      |                                                    |
|------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| Код и формулировка                                                           | Знать:                                                                         | Уметь                                                | Владеть:                                           |
| ОПК-2 Способен творчески использовать в профессиональной деятельности знания | Фундаментальные основы молекулярной биологии, ге-                              | Применять теоретические знания для решения практиче- | Методами анализа и интерпретации результатов гене- |

|                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                   |                                                                                                                                     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>фундаментальных и прикладных разделов дисциплин (модулей), определяющих направленность программы магистратуры</p>                                                 | <p>гетики и биохимии, а также современные методы генетической инженерии (ПЦР, редактирование генома, клонирование и др.).</p>                                                                                 | <p>ских задач в области генетической инженерии, разрабатывать новые экспериментальные подходы.</p>                | <p>тических исследований, навыками проектирования генетических конструкций.</p>                                                     |
| <p>ОПК-8 Способен использовать современную исследовательскую аппаратуру и вычислительную технику для решения инновационных задач в профессиональной деятельности</p> | <p>Принципы работы современного лабораторного оборудования (секвенаторы, ПЦР-амплификаторы, электрофорезные системы) и специализированного ПО для анализа генетических данных (BioEdit, BLAST, Geneious).</p> | <p>Работать с лабораторным оборудованием и программным обеспечением для проведения генетических исследований.</p> | <p>Навыками обработки и анализа генетических данных, интерпретации результатов с использованием биоинформационных инструментов.</p> |

| 5. Содержание и учебно-методическая карта дисциплины |                                                                                                                                                                                                                                        |         |     |                                                                                                                                                                                                                                                    |      |                                 |                |
|------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|---------------------------------|----------------|
| №<br>темы                                            | Наименование тем<br>(вопросов), изучаемых по<br>данной дисциплине                                                                                                                                                                      | Занятия |     | Самостоятельная работа студентов                                                                                                                                                                                                                   |      | Формы<br>контроля               | Литера<br>тура |
|                                                      |                                                                                                                                                                                                                                        | л       | лаб | Содержание                                                                                                                                                                                                                                         | Часы |                                 |                |
| 1.                                                   | <b>Лекция 1. Введение в генетическую инженерию. Основные понятия и история развития</b>                                                                                                                                                | 2       |     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Определение, цели и задачи генетической инженерии.</li> <li>• Исторические этапы развития (от открытия ДНК до CRISPR-Cas9).</li> <li>• Этические и правовые аспекты генетических исследований.</li> </ul> | 6    | опрос                           |                |
|                                                      | <b>Лабораторная работа 1. Выделение и очистка ДНК из биологического материала</b><br>Методы экстракции ДНК (фенол-хлороформный, коммерческие наборы).<br>Оценка качества и количества ДНК с помощью спектрофотометрии и электрофореза. |         | 2   | Современные методы секвенирования ДНК: от Сангера до нанопоровых технологий (Illumina, PacBio, Oxford Nanopore).                                                                                                                                   | 6    | Реферат / сравнительная таблица | 1-3            |
| 2.                                                   | <b>Лекция 2. Структура и организация генетического материала</b>                                                                                                                                                                       | 2       |     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Химическое строение ДНК и РНК.</li> <li>• Уровни упаковки ДНК: нуклеосомы, хроматин, хромосомы.</li> <li>• Гены: структура прокариотических и</li> </ul>                                                  | 6    | опрос                           |                |

|    |                                                                                                                                                                                                                                  |   |   |                                                                                                                                                                                                                             |   |                     |     |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---------------------|-----|
|    |                                                                                                                                                                                                                                  |   |   | эукариотических генов.                                                                                                                                                                                                      |   |                     |     |
|    | <b>Лабораторная работа 2.<br/>Электрофоретический<br/>анализ нуклеиновых кислот</b><br>Приготовление агарозного<br>геля. Подготовка образцов.<br>Проведение электрофореза.<br>Визуализация и<br>документирование<br>результатов. |   | 2 | Эпигенетика: механизмы регуляции<br>активности генов (метилование,<br>модификации гистонов,<br>некодирующие РНК).                                                                                                           | 6 | Конспект            | 1-3 |
| 3. | <b>Лекция 3. Ферменты<br/>генетической инженерии</b>                                                                                                                                                                             | 2 |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Рестриктазы: классификация, механизм действия.</li> <li>ДНК-лигазы: механизм лигирования.</li> <li>Полимеразы (ДНК-полимераза I, Таq-полимераза, обратная транскриптаза).</li> </ul> | 6 | опрос               |     |
|    | <b>Лабораторная работа 3.<br/>Рестрикционный анализ<br/>ДНК</b><br>Подбор рестриктаз для<br>заданной<br>последовательности.<br>Постановка реакции<br>рестрикции. Анализ<br>фрагментов методом<br>электрофореза.                  |   | 2 | Полимеразы и их применение в<br>биотехнологии:<br>высокочувствительные и<br>высокоточные полимеразы.                                                                                                                        | 6 | Письменный<br>отчёт | 1-3 |
| 4. | <b>Лекция 4. Векторы для<br/>клонирования</b>                                                                                                                                                                                    | 2 |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Плазмидные векторы: структура, свойства.</li> <li>Бактериофаговые векторы.</li> </ul>                                                                                                | 6 | опрос               |     |

|    |                                                                                                                                                                                              |   |   |                                                                                                                                                                                                                                          |   |                       |     |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|-----------------------|-----|
|    |                                                                                                                                                                                              |   |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Векторы для эукариотических клеток.</li> </ul>                                                                                                                                                  |   |                       |     |
|    | <b>Лабораторная работа 4.</b><br><b>Лигирование ДНК в плазмидный вектор</b><br>Подготовка вектора и вставки. Постановка реакции лигирования. Трансформация лигазной смеси в <i>E. coli</i> . |   | 2 | Вирусные векторы для генотерапии: аденоассоциированные вирусы (AAV), лентивирусы.                                                                                                                                                        | 6 | Реферат               | 1-3 |
| 5. | <b>Лекция 5. Полимеразная цепная реакция (ПЦР)</b>                                                                                                                                           | 2 |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Принцип метода, компоненты реакции.</li> <li>• Температурные режимы.</li> <li>• Модификации ПЦР: nested-PCR, multiplex-PCR, RT-PCR.</li> </ul>                                                  | 6 | опрос                 |     |
|    | <b>Лабораторная работа 5.</b><br><b>Постановка ПЦР и оптимизация условий</b><br>Подбор праймеров. Приготовление ПЦР-смеси. Проведение амплификации. Анализ продуктов методом электрофореза.  |   | 2 | Количественная ПЦР (qPCR): принципы, детекция, применение в диагностике.                                                                                                                                                                 | 6 | Анализ научной статьи | 1-3 |
| 6. | <b>Лекция 6. Трансформация и селекция рекомбинантных клонов</b>                                                                                                                              | 2 |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Методы введения ДНК в клетки (трансформация, трансфекция, электропорация).</li> <li>• Селективные маркеры (антибиотикорезистентность).</li> <li>• Синие-белый скрининг (X-Gal/IPTG).</li> </ul> | 6 | опрос                 |     |

|                                                    |                                                                                                                                                                                                     |           |           |                                                                                                                                                                                                            |           |                                  |     |
|----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|----------------------------------|-----|
|                                                    | <b>Лабораторная работа 6. Трансформация бактериальных клеток и отбор рекомбинантов</b><br>Подготовка компетентных клеток. Трансформация плазмидной ДНК. Посев на селективные среды. Анализ колоний. |           | 2         | Компетентность бактерий: природная и искусственная. Методы повышения эффективности трансформации.                                                                                                          | 6         | Протокол эксперимента            | 1-3 |
| 7.                                                 | <b>Лекция 7. Основы генетического редактирования</b>                                                                                                                                                | 2         |           | <ul style="list-style-type: none"> <li>• CRISPR-Cas9: принцип работы, компоненты.</li> <li>• TALEN и ZFN: механизмы и ограничения.</li> <li>• Этические аспекты редактирования генома человека.</li> </ul> | 4         | опрос                            |     |
|                                                    | <b>Лабораторная работа 7. Дизайн гидовой РНК (in silico)</b><br>Выбор гена-мишени. Дизайн и подбор последовательности gRNA. Оценка специфичности и эффективности с помощью онлайн-инструментов.     |           | 2         | Случай Хэ Цзянькуя: этические дилеммы редактирования генома человека. Международное регулирование.                                                                                                         | 4         | Эссе (анализ этической ситуации) | 1-3 |
|                                                    | <b>Итого за 1 курс</b>                                                                                                                                                                              | <b>14</b> | <b>14</b> |                                                                                                                                                                                                            | <b>80</b> |                                  |     |
| <b>2 КУРС (9 лекций + 18 практических занятий)</b> |                                                                                                                                                                                                     |           |           |                                                                                                                                                                                                            |           |                                  |     |
| 8.                                                 | <b>Лекция 8. Генетически модифицированные</b>                                                                                                                                                       | 2         |           | • Получение рекомбинантных штаммов E. coli, дрожжей.                                                                                                                                                       | 5         | опрос                            |     |

|     |                                                                                                                                                                                         |   |   |                                                                                                                                                                                                 |   |                     |     |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---------------------|-----|
|     | <b>микроорганизмы</b>                                                                                                                                                                   |   |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Промышленное получение белков (инсулин, гормон роста).</li> <li>• Биобезопасность при работе с ГМ-микроорганизмами.</li> </ul>                         |   |                     |     |
|     | <b>Практические занятия 1-2.</b><br><b>Расчёт эффективности экспрессии рекомбинантного белка</b><br>Задачи на расчёт выхода белка, оптимизацию условий индукции, анализ данных с гелей. |   | 4 | Промышленные штаммы-продуценты: особенности, требования, примеры.                                                                                                                               | 5 | Расчётные задачи    | 1-3 |
| 9.  | <b>Лекция 9. Трансгенные растения</b>                                                                                                                                                   | 2 |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Методы агробактериальной трансформации.</li> <li>• Баллистическая трансформация (биолистика).</li> <li>• Примеры: Bt-культуры, Golden Rice.</li> </ul> | 5 | опрос               |     |
|     | <b>Практические занятия 3-4.</b><br><b>Анализ статей по трансгенным растениям</b><br>Разбор оригинальных исследований: дизайн эксперимента, результаты, выводы. Критический анализ.     |   | 4 | Регуляция ГМО в РФ и мире: законы, маркировка, общественное мнение.                                                                                                                             | 5 | Аналитический обзор | 1-3 |
| 10. | <b>Лекция 10. Трансгенные животные</b>                                                                                                                                                  | 2 |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Методы получения (микроинъекции, ретровирусные векторы).</li> <li>• Нокаутные и нокин-мышы.</li> <li>• Модели наследственных заболеваний.</li> </ul>   | 5 | опрос               |     |

|     |                                                                                                                                                                                                     |   |   |                                                                                                                                                                                                    |   |                      |     |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|----------------------|-----|
|     | <b>Практические занятия 5-6.<br/>Кейсы по созданию<br/>нокаутных организмов</b><br>Разбор конкретных примеров:<br>мышь с нокаутом гена p53,<br>модели болезни Альцгеймера.                          |   | 4 | Животные-биореакторы: получение<br>рекомбинантных белков в молоке.                                                                                                                                 | 5 | Презентация<br>кейса | 1-3 |
| 11. | <b>Лекция 11. Генная терапия</b>                                                                                                                                                                    | 2 |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Принципы ex vivo и in vivo генотерапии.</li> <li>• Векторы доставки (вирусные и невирусные).</li> <li>• Клинические примеры (SCID, гемофилия).</li> </ul> | 5 | опрос                |     |
|     | <b>Практические занятия 7-8.<br/>Разбор клинических случаев<br/>генотерапии</b><br>Анализ успешных и неудачных<br>случаев: лечение SCID, случай<br>Джесси Гелсингера.                               |   | 4 | Современные клинические испытания<br>генотерапевтических препаратов.                                                                                                                               | 5 | Отчёт по кейсу       | 1-3 |
| 12. | <b>Лекция 12. Редактирование<br/>генома: CRISPR-Cas9 и<br/>beyond</b>                                                                                                                               | 2 |   | Механизмы репарации: NHEJ и HDR. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Базовое редактирование (base editing).</li> <li>• Прайм-редактирование (prime editing).</li> </ul>                       | 5 | опрос                |     |
|     | <b>Практические занятия 9-10.<br/>Дизайн эксперимента по<br/>редактированию генома</b><br>Выбор мишени, дизайн gRNA,<br>выбор донорной матрицы для<br>HDR. Прогнозирование off-<br>target эффектов. |   | 4 | Off-target эффекты: методы детекции и<br>минимизации.                                                                                                                                              | 5 | Проект               | 1-3 |

|     |                                                                                                                                                                              |   |   |                                                                                                                                                                 |   |                  |     |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|------------------|-----|
| 13. | <b>Лекция 13. Секвенирование нового поколения (NGS)</b><br>•                                                                                                                 | 2 |   | Принципы технологий Illumina, Ion Torrent.<br>• Секвенирование отдельных молекул (PacBio, Oxford Nanopore).<br>• Области применения: геномика, транскриптомика. | 5 | опрос            |     |
|     | <b>Практические занятия 11-12. Анализ NGS-данных (основы)</b><br>Знакомство с форматами FASTQ, BAM, VCF. Работа в Galaxy. Интерпретация результатов.                         |   | 4 | Биоинформатические конвейеры для обработки NGS-данных.                                                                                                          | 5 | Отчёт по анализу | 1-3 |
| 14. | <b>Лекция 14. Синтетическая биология</b>                                                                                                                                     | 2 |   | • Принципы синтетической биологии.<br>• Биокирпичи (BioBricks) и стандартизация.<br>• Минимальный геном и синтетические организмы (Mycoplasma laboratorium).    | 5 | опрос            |     |
|     | <b>Практические занятия 13-14. Проектирование генетической схемы</b><br>Разработка простой генетической конструкции (промотор-ген-терминатор). Обоснование выбора элементов. |   | 4 | iGEM: международные соревнования по синтетической биологии.                                                                                                     | 5 | Проект           | 1-3 |
| 15. | <b>Лекция 15. Биоинформатика в генетической инженерии</b>                                                                                                                    | 2 |   | • Базы данных: NCBI, UniProt, KEGG.<br>• Инструменты: BLAST, ClustalW, SnapGene.<br>• Предсказание структуры белков (AlphaFold).                                | 5 | опрос            |     |
|     | <b>Практические занятия 15-16.</b>                                                                                                                                           |   | 4 | Python и R для биологов: основы анализа                                                                                                                         | 5 | Отчёт            | 1-3 |

|     |                                                                                                                                     |    |                                   |                                                                                                                                                                                                                                             |     |                   |     |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-------------------|-----|
|     | Работа с базами данных и онлайн-инструментами<br>Поиск гена в NCBI.<br>Множественное выравнивание.<br>Дизайн праймеров (Primer3).   |    |                                   | данных.                                                                                                                                                                                                                                     |     |                   |     |
| 16. | Лекция 16. Биобезопасность и биоэтика                                                                                               | 2  |                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Риски генетической инженерии (биотерроризм, случайные выбросы).</li> <li>• Принципы биобезопасности (biosafety) и биозащиты (biosecurity).</li> <li>• Двойное использование (dual-use).</li> </ul> | 5   | опрос             |     |
|     | Практические занятия 17-18.<br>Дебаты по этическим вопросам<br>Дискуссия: редактирование генома эмбрионов, ГМО, патентование генов. |    | 4                                 | Картахенский протокол о биобезопасности.                                                                                                                                                                                                    | 5   | Участие в дебатах | 1-3 |
|     | Итого за 2 курс                                                                                                                     | 18 | 36                                |                                                                                                                                                                                                                                             | 90  |                   |     |
|     | ИТОГО за весь курс                                                                                                                  | 32 | 14<br>лаб +<br>36<br>прак<br>= 50 |                                                                                                                                                                                                                                             | 170 |                   |     |

## **6. Образовательные технологии**

Согласно учебному плану при преподавании дисциплины используются традиционные образовательные технологии: лекции, практические (семинарские) занятия и самостоятельная работа студентов. Также при проведении занятий и самостоятельной работе студентов могут быть использованы:

- *интерактивные технологии* («мозговой штурм», дебаты, презентационный метод, работа в парах, работа в группах, деловая игра);
- *технологии контекстного обучения* - система дидактических форм, методов и средств, направленная на моделирование содержания будущей профессиональной деятельности специалиста (анализ конкретных ситуаций, методы работы с информационными базами данных, деловая игра и др.);
- *технологии электронного обучения* (реализуется при помощи электронной образовательной среды СОГУ при использовании ресурсов ЭБС, при проведении автоматизированного тестирования и т. д.).

Все виды учебной работы могут проводиться дистанционно на основании локальных нормативных актов СОГУ.

В целях реализации индивидуального подхода к обучению студентов, осуществляющих учебный процесс по индивидуальной траектории в рамках индивидуального рабочего плана, изучение данной дисциплины может осуществляться через индивидуальные консультации преподавателя очно, в часы консультаций, по электронной почте или с использованием ЭИОС СОГУ.

## **7. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы**

Самостоятельная работа проводится с целью:

- систематизации и закрепления полученных теоретических знаний и практических умений обучающихся студентов;
- углубления и расширения теоретических знаний;
- формирования умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- формирования самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развития исследовательских навыков и умений.

По дисциплине предусмотрены следующие виды самостоятельной работы студентов:

- самостоятельное повторение и изучение теоретического материала;
- выполнение домашних заданий;
- подготовка доклада/конспекта по теме, вынесенной на самостоятельное изучение;
- подготовка к выполнению практических и лабораторных работ;
- подготовка к промежуточной аттестации (зачету 2 семестр и экзамену 3 семестр);

Содержание, трудоемкость и формы контроля внеаудиторной самостоятельной работы содержатся в разделе 5.

### **Методические рекомендации по выполнению заданий рубежной контрольной работы (теста)**

К контролирующим материалам для проверки уровня освоения студентами содержания дисциплины относятся тестовые задания. Наиболее удачными в данном случае будут являться тесты достижения, которые достаточно хорошо идентифицируют наличие (или отсутствие) у студентов навыков обращения с изучаемыми материалами.

Тестовые задания, включенные в тест, разработаны в соответствии с учебной программой дисциплины. Промежуточное тестирование по дисциплине проводится после изучения всей дисциплины в семестре.

Перед тестированием рекомендуется тщательно проработать учебную литературу, указанную в п. 9 рабочей программы дисциплины, и подготовить по ней ответы на тесты. При необходимости и желании студент может использовать другие источники.

### **Методические рекомендации по написанию рефератов (докладов)**

Реферат (доклад) – самостоятельная работа, содержащая краткое изложение актуальной научной проблемы и ее современной трактовки на основе последних научных изысканий по этой теме. Он является действенной формой самостоятельного исследования актуальных исторических проблем на основе изучения соответствующих разделов учебных пособий, специальной монографической литературы, а также научных статей, отражающих последний исследовательский опыт в области изучаемого вопроса. Реферат помогает выработать навыки и приемы самостоятельного научного поиска, грамотного и логического изложения материала, способствует приобщению студентов к научно-исследовательской деятельности.

Реферат должен включать в себя: введение, где обосновывается актуальность проблемы, ставятся цель и задачи исследования; основную часть, в которой раскрывается содержание проблемы; заключение, где обобщаются выводы по теме и даются практические рекомендации.

Для разработки реферата необходимо тщательно проработать не менее 4-5 важнейших статей по избранной проблеме. При этом выбирать материал, не только подтверждающий позицию автора реферата, но и иные точки зрения, т.е. материал для полемики.

Реферат выполняется в соответствии с требованиями стандартов, разработанных для данного вида документов. Работа должна быть выполнена на белой бумаге стандартного листа А4. Текст должен быть отпечатан на компьютере в текстовом редакторе Microsoft Word и отвечать следующим требованиям: параметры полей страниц должны быть в пределах: верхнее и нижнее – по 20 мм, правое – 10 мм, левое – 30 мм, шрифт – Times New Roman, размер шрифта – 14, межстрочный интервал – полуторный. Лента принтера – чёрного цвета. Нумерация страниц в реферате должна быть сквозной, начиная со второй страницы.

При изложении материала необходимо придерживаться принятого плана.

Библиографический список составляется на основе источников, которые были просмотрены и изучены студентом при написании реферата. Вся использованная литература размещается в следующем порядке: законодательные акты, постановления, нормативные документы; вся учебная литература в алфавитном порядке, затем средства периодической печати в алфавитном порядке; источники из сети Интернет.

### **Методические рекомендации по созданию презентации**

1. Структура и содержание презентации – это личное творчество автора. Однако полезно использовать шаблоны для оформления и подготовки компьютерной презентации.

2. Слайды не рекомендуется перегружать текстом, лучше разместить короткие тезисы. Наиболее важный материал необходимо выделить.

3. Цифровой материал, плохо воспринимаемый со слайдов, лучше представить в виде графиков и диаграмм.

4. Желательно подготовить к каждому слайду заметки по докладу. Затем распечатать их и использовать при подготовке или на самой презентации.

5. Необходимо соблюдать единый стиль оформления презентации и обратить внимание на стилистическую грамотность.

6. Следует пронумеровать слайды. Это позволит быстро обращаться к конкретному слайду в случае необходимости.

7. Главные выводы по материалу презентации целесообразно поместить на отдельном слайде

### **Методические рекомендации по выполнению контрольной работы**

Критерии оценки контрольной работы могут быть как общие, так и частные. К общим критериям можно отнести следующие:

- соответствие контрольной работы теме;
- глубина и полнота раскрытия темы;
- адекватность передачи содержания первоисточника; логичность, связность; доказательность;
- структурная упорядоченность (наличие введения, основной части, заключения, их оптимальное соотношение);
- оформление (наличие плана, списка литературы, культура цитирования, сноски и т. д.); языковая правильность.

Частные критерии относятся к конкретным структурным частям контрольной работы: введению, основной части, заключению.

1. Критерии оценки введения: наличие обоснования выбора темы, ее актуальности; наличие сформулированных целей и задач работы; наличие краткой характеристики первоисточников.

2. Критерии оценки основной части: структурирование материала по разделам, параграфам, абзацам; наличие заголовков к частям текста и их соответствие содержанию; проблемность и разносторонность в изложении материала; выделение в тексте основных понятий и терминов, их толкование; наличие примеров, иллюстрирующих теоретические положения.

3. Критерии оценки заключения: наличие выводов по результатам анализа; выражение своего мнения по проблеме; наличие приложения: рисунков и схем (при необходимости).

Все требования к контрольной работе сообщаются задолго до его написания. Общая оценка за контрольную работу выставляется следующим образом: от 65% до 80% - «удовлетворительно»; 80-90% - «хорошо»; 90-100% - «отлично».

### **Методические указания для преподавателей по проведению практических занятий**

В начале занятия рекомендуется рассмотреть соответствующий теоретический материал. Затем идет практический разбор изучаемого материала, решаются задачи из сборников по введению в языкознание, разбирается каждый конкретный пример.

В начале практического занятия следует обратить на теоретические вопросы по теме занятия. Первоначально идет изложение теоретического материала темы занятия. Затем в

ряде вопросов преподавателя следует сконцентрировать внимание на основных идеях темы занятия. Вопросы должны включать в себя различные вариации элементарных ситуаций, отображающих основные идеи темы занятия в их взаимной взаимосвязи. Задаваемые вопросы должны быть конкретными и максимально проявлять в студентах их сообразительность.

После предварительной части следует начинать разбирать вопросы, имеющие более длинные сценарии взаимодействия основных идей темы занятия.

**Устный опрос** требует от преподавателя большой предварительной подготовки: тщательного отбора содержания, всестороннего продумывания вопросов, задач и примеров, которые будут предложены, путей активизации деятельности всех студентов группы в процессе проверки, создания на занятии деловой и доброжелательной обстановки.

**Различают фронтальный, индивидуальный и комбинированный опрос.**

**Фронтальный опрос** проводится в форме беседы преподавателя с группой.

Он органически сочетается с повторением пройденного, являясь средством для закрепления знаний и умений. Его достоинство в том, что на активную умственную работу можно вовлечь всех студентов группы. Для этого вопросы должны допускать краткую форму ответа, быть лаконичными, логически взаимосвязанными друг с другом, даны в такой последовательности, чтобы ответы студентов в совокупности могли раскрыть содержание раздела, темы. С помощью фронтального опроса преподаватель имеет возможность проверить выполнение студентами домашнего задания, выяснить готовность группы к изучению нового материала, определить сформированность основных понятий, усвоение нового учебного материала, который был только что разобран на занятии.

**Индивидуальный опрос** предполагает обстоятельные, связные ответы студентов на вопрос, относящийся к изучаемому учебному материалу, поэтому он служит важным учебным средством развития речи, памяти, мышления студентов. Чтобы сделать такую проверку более глубокой, необходимо ставить перед студентами вопросы, требующие развернутого ответа.

Вопросы для индивидуального опроса должны быть четкими, ясными, конкретными, емкими, иметь прикладной характер, охватывать основной, ранее пройденный материал программы. Их содержание должно стимулировать студентов логически мыслить, сравнивать, анализировать, доказывать, подбирать убедительные примеры, устанавливать причинно-следственные связи, делать обоснованные выводы и этим способствовать объективному выявлению знаний студентов.

Вопросы обычно задают всей группе и после небольшой паузы, необходимой для того, чтобы студенты поняли его и приготовились к ответу, вызывают для ответа конкретного студента.

**Письменная проверка**, наряду с устной, является важнейшим методом контроля знаний, умений и навыков студентов. Однородность работ, выполняемых студентами, позволяет предъявлять ко всем одинаковые требования, попытаться объективности оценки результатов обучения. Применение этого метода дает возможность в наиболее короткий срок одновременно проверить усвоение учебного материала всеми студентами группы, определить направления для индивидуальной работы с каждым.

Письменная проверка используется во всех видах контроля и осуществляется как в аудиторной, так и во внеаудиторной работе (выполнение домашних заданий).

## **8. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, рубежной и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины**

Основными *формами текущего контроля* по дисциплине являются:

- устный опрос на лекции или практическом занятии;
- доклад / реферат / конспект по теме, вынесенной на самостоятельное изучение;

Формы промежуточной аттестации: зачет/экзамен

**8.1. Формы контроля и критерии оценивания**  
**Критерии оценивания результатов устного опроса**

| <b>Уровень освоения</b> | <b>Критерии</b>                                        | <b>Баллы</b> |
|-------------------------|--------------------------------------------------------|--------------|
| Максимальный уровень    | Студент дал полный ответ на один из вопросов по теме.  | 2            |
| Средний уровень         | Студент дал неполный ответ на один из вопросов по теме | 1            |
| Минимальный уровень     | Студент не ответил ни на один из вопросов по теме      | 0            |

**Критерии оценивания результатов выполнения практико-ориентированного задания**

| <b>Уровень освоения</b>          | <b>Критерии</b>                                                                                                                       | <b>Баллы</b> |
|----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| Максимальный уровень             | Задание выполнено правильно: выводы аргументированы, основаны на знании материала, владении категориальным аппаратом                  | 4            |
| Средний уровень                  | Задание выполнено в целом правильно: но допущены ошибки в аргументации, обнаружено поверхностное владение терминологическим аппаратом | 3            |
| Минимальный уровень              | Задание выполнено с ошибками в формулировке тезисов и аргументации, обнаружено слабое владение терминологическим аппаратом            | 2            |
| Минимальный уровень не достигнут | Задание не выполнено или выполнено с серьезными ошибками                                                                              | 1            |

**Критерии оценивания результатов тестирования**

| <b>Уровень освоения</b> | <b>Критерии</b>                                              |
|-------------------------|--------------------------------------------------------------|
| Максимальный уровень    | Выполнены правильно все задания теста (тест зачтен)          |
| Средний уровень         | Выполнено правильно больше половины заданий (тест зачтен)    |
| Минимальный уровень     | Выполнено правильно меньше половины заданий (тест не зачтен) |

**Критерии оценивания результатов контрольной работы**

| <b>Уровень освоения</b> | <b>Критерии</b>                                                                                                                                                                      | <b>Баллы</b> |
|-------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| Максимальный уровень    | Контрольная работа оформлена в соответствии с предъявляемыми требованиями, содержит 1-2 мелких ошибки; ответы студента правильные, четкие, содержат 1-2 неточности                   | 5            |
| Средний уровень         | Контрольная работа содержит одну принципиальную или 3 или более недочетов; ответы студента правильные, но их формулирование затруднено и требует наводящих вопросов от преподавателя | 4            |

|                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                |   |
|----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| Минимальный уровень              | Контрольная работа оформлена в соответствии с предъявляемыми требованиями, неполное раскрытие темы в теоретической части и/или в практической части контрольной работы; ответы студенты формально правильны, но поверхностны, плохо сформулированы, содержат более одной принципиальной ошибки | 3 |
| Минимальный уровень не достигнут | Контрольная работа содержит более одной принципиальной ошибки моделей решения задачи; контрольная работа оформлена не в соответствии с предъявляемыми требованиями; ответы студента путанные, нечеткие, содержат множество ошибок, или ответов нет совсем; несоответствие варианту.            | 2 |

### ***Критерии оценивания доклада/сообщения***

| <b><i>Уровень освоения</i></b>          | <b><i>Критерии</i></b>                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <b><i>Баллы</i></b> |
|-----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| <i>Максимальный уровень</i>             | – продемонстрировано умение выступать перед аудиторией; – содержание выступления даёт полную информацию о теме; – продемонстрировано умение выделять ключевые идеи; – умение самостоятельно делать выводы, использовать актуальную научную литературу; – высокая степень информативности, компактность слайдов | 3                   |
| <i>Средний уровень</i>                  | – продемонстрирована общая ориентация в материале; – достаточно полная информация о теме; – продемонстрировано умение выделять ключевые идеи, но нет самостоятельных выводов; – невысокая степень информативности слайдов; – ошибки в структуре доклада; – недостаточное использование научной литературы      | 2                   |
| <i>Минимальный уровень</i>              | – продемонстрирована слабая (с фактическими ошибками) ориентация в материале; – ошибки в структуре доклада; – научная литература не привлечена                                                                                                                                                                 | 1                   |
| <i>Минимальный уровень не достигнут</i> | – выступление не содержит достаточной информации по теме; – продемонстрировано неумение выделять ключевые идеи; – неумение самостоятельно делать выводы, использовать актуальную научную литературу.                                                                                                           | 0                   |

### **Критерии оценки реферата**

оценка «отлично» выставляется студенту, если выполнены все требования к написанию и защите реферата: обозначена проблема и обоснована её актуальность, сделан краткий анализ различных точек зрения на рассматриваемую проблему и логично изложена собственная позиция, сформулированы выводы, тема раскрыта полностью, выдержан объём, соблюдены требования к внешнему оформлению;

оценка «хорошо» выставляется студенту, если основные требования к реферату и его защите выполнены, но при этом допущены недочёты. В частности, имеются неточности в изложении материала; отсутствует логическая последовательность в суждениях; не выдержан объём реферата; имеются упущения в оформлении;

оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если имеются существенные отступления от требований к реферированию. В частности: тема освещена лишь частично; допущены фактические ошибки в содержании реферата; во время защиты отсутствует вывод;

оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если тема реферата не раскрыта, обнаруживается существенное непонимание проблемы или реферат не представлен.

#### **Критерии оценивания презентаций:**

За выполнение данного вида работы максимальное количество баллов составляет 5 баллов, из них:

| <b>Наименование критерия</b>     | <b>Критерии оценивания</b>                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                             |                                                             |
|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
|                                  | <b>5</b>                                                                                                                                                                      | <b>4</b>                                                                                                                                             | <b>3</b>                                                                                                                                                                    | <b>2</b>                                                    |
| <b>Содержание презентации</b>    | Четко сформулирована цель и раскрыта тема исследования. В краткой форме дана полная информация по теме и дан ответ на проблемный вопрос. Даны ссылки на используемые ресурсы. | Сформулирована цель и тема исследования. Частично изложена информация по теме и дан ответ на проблемный вопрос. Даны ссылки на используемые ресурсы. | Сформулирована цель и тема исследования. Содержание полностью не раскрыто. Информация по теме неточна. Проблема до конца не решена. Не даны ссылки на используемые ресурсы. | Не сформулирована цель и тема. Проблема не решена.          |
| <b>Дизайн презентации</b>        | Соблюдается единый стиль оформления. Презентация красочная и интересная. Используются эффекты анимации, фон, фотографии. В презентации присутствуют авторские находки.        | Соблюдается единый стиль оформления. Слайды просты в понимании. Используются некоторые эффекты и фон.                                                | Не соблюдается единый стиль оформления. Слайды просты в понимании. Эффекты и фон не используется.                                                                           | Не соблюдается стиль оформления. Слайды просты в понимании. |
| <b>Представление презентации</b> | Автор хорошо владеет материалом по теме. Использует научную терминологию. Обладает                                                                                            | Автор владеет материалом по теме, но не смог заинтересовать аудиторию. Недостаточно цитируется литература.                                           | Автор не показал компетентности в представлении презентации. Использованные факты не вызывают                                                                               | Представлены искаженные данные                              |

|  |                                                                                                      |  |                                                       |  |
|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------------------------|--|
|  | навыками<br>ораторского<br>искусства.<br>Полно и точно<br>цитируется<br>использованная<br>литература |  | доверия.<br>Недостаточно<br>цитируется<br>литература. |  |
|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------------------------|--|

### Критерии оценивания самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

| № | Наименование<br>оценочного<br>средства | Шкала оценивания                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|---|----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   | Составление<br>опорного конспекта      | <p>- 2 балла выставляется студенту, если конспект содержателен и соответствует разработанному плану; в конспекте полностью отражены основные положения и результаты работы автора; студент излагает мысли своими словами в ясной и лаконичной форме; соответствие оформления конспекта требованиям; наличие схем и графическое выделение особо значимой информации; самостоятельно сформулировано резюме по прочитанному и законспектированному материалу;</p> <p>- 1,5 балла выставляется студенту, если конспект достаточно содержателен и соответствует плану; в конспекте достаточно полно отражены основные положения и результаты работы автора; конспект составлен словами, заимствованными из первоисточника; соответствие оформления конспекта требованиям; наличие схем и графическое выделение особо значимой информации; резюме по прочитанному и законспектированному материалу составлено с помощью преподавателя;</p> <p>- 1 балл выставляется студенту, если конспект недостаточно содержателен и частично соответствует плану; в конспекте недостаточно полно отражены основные положения и результаты работы автора; конспект составлен словами, заимствованными из первоисточника; не полное соответствие оформления конспекта требованиям; отсутствие в конспекте схем и графического выделения особо значимой информации; резюме по прочитанному и законспектированному материалу отсутствует;</p> <p>- 0 баллов выставляется студенту, если конспект не содержателен и не соответствует плану; в конспекте не отражены основные положения и результаты работы автора; конспект составлен словами, полностью заимствованными из первоисточника; оформление конспекта не соответствует требованиям; отсутствие в конспекте схем и графического выделения особо значимой информации; резюме по прочитанному и законспектированному материалу отсутствует.</p> |
|   | Составление схемы                      | <p>- 3 балла выставляется студенту, если содержание схемы полностью соответствует содержанию темы; структура логична; правильный отбор информации; наличие обобщающего характера изложения информации;</p> <p>- 1-2 балла выставляется студенту, если содержание схемы</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |

|  |                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|--|--------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |                                      | <p>не в полной мере раскрывает содержание темы; изучаемый материал проработан фрагментарно; отсутствует обобщающий характер изложения информации;</p> <p>- 0 баллов выставляется студенту, если содержание схемы не раскрывает содержание темы; демонстрируется фрагментарный объем знаний в рамках освещаемого вопроса; отсутствует обобщающий характер изложения информации.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|  | Анализ ситуаций                      | <p>- 2 балла выставляется студенту, если проводится комплексная оценка предложенной ситуации; знание теоретического материала с учетом междисциплинарных связей, правильный выбор тактики действий;</p> <p>- 1 балл выставляется студенту, если проводится комплексная оценка предложенной ситуации, незначительные затруднения при ответе на теоретические вопросы, неполное раскрытие междисциплинарных связей; правильный выбор тактики действий; логическое обоснование теоретических вопросов с дополнительными комментариями педагога;</p> <p>- 0 баллов выставляется студенту, если происходит неверная оценка ситуации; неправильно выбрана тактика действий.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|  | Подготовка информационного сообщения | <p>- 3 балла выставляется студенту, если содержание сообщения полностью соответствует освещаемому вопросу; сообщение отличается глубиной проработки изучаемого материала; выделены основные понятия; в текст сообщения введены дополнительные данные, характеризующие объект изучения; точное использование научной терминологии, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопрос; умение делать обоснованные выводы; сообщение отличается грамотностью и полнотой использования источников; наличие элементов наглядности;</p> <p>- 2 балла выставляется студенту, если содержание сообщения соответствует освещаемому вопросу; выделены основные понятия; использование необходимой научной терминологии, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопрос; умение делать обоснованные выводы при наличии несущественных недочетов; сообщение отражает полноту использования источников; наличие элементов наглядности;</p> <p>- 1 балл выставляется студенту, если содержание сообщения частично соответствует освещаемому вопросу; использование необходимой научной терминологии; стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопрос; умение делать выводы при наличии исправленных с помощью преподавателя недочетов; элементы наглядности отсутствуют; сообщение не отражает полноту использования источников;</p> <p>- 0 баллов выставляется студенту, если содержание сообщения не соответствует освещаемому вопросу; демонстрируется фрагментарный объем знаний в рамках освещаемого вопроса; неверное использование научной терминологии, нарушение в стилистическом и логическом изложении ответа на вопрос; выводы излагаются с существенными ошибками.</p> |

**Критерии оценки устного и/или письменного ответа  
на практическом занятии**

За выполнение данного вида работы максимальное количество баллов составляет **5 баллов**, из них:

| Оценка | Критерии оценки устного и/или письменного ответа на практическом занятии                                                                                                                                                                                                                                                           |
|--------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| «5»    | Содержание ответа соответствует освещаемому вопросу, полностью раскрыта в ответе тема, ответ структурирован, даны правильные аргументированные ответы на уточняющие вопросы, демонстрируется высокий уровень участия в дискуссии.                                                                                                  |
| «4»    | Содержание ответа соответствует освещаемому вопросу, полностью раскрыта в ответе тема, даны правильные, аргументированные ответы на уточняющие вопросы, но имеются неточности, при этом ответ не структурирован и демонстрируется средний уровень участия в дискуссии.                                                             |
| «3»    | Содержание ответа соответствует освещаемому вопросу, но при полном раскрытии темы имеются неточности, даны правильные, но не аргументированные ответы на уточняющие вопросы, демонстрируется низкий уровень участия в дискуссии, ответ не структурирован, информация трудна для восприятия.                                        |
| «2»    | Содержание ответа соответствует освещаемому вопросу, но при полном раскрытии темы имеются неточности, демонстрируется слабое владение категориальным аппаратом, даны правильные, но не аргументированные ответы на уточняющие вопросы, участие в дискуссии отсутствует, ответ не структурирован, информация трудна для восприятия. |

### Критерии и шкала оценивания устного ответа обучающегося на экзамене (зачете)

**Максимальное количество баллов на зачете – 30, из них:**

1. Ответ на первый вопрос – 15 баллов.
2. Ответ на второй вопрос – 15 баллов.

### Расчет итоговой рейтинговой оценки

|                     |                                      |
|---------------------|--------------------------------------|
| До 50 баллов        | «неудовлетворительно» / «не зачтено» |
| От 50 до 70 баллов  | «удовлетворительно» / «зачтено»      |
| От 71 до 85 баллов  | «хорошо» / «зачтено»                 |
| От 86 до 100 баллов | «отлично» / «зачтено»                |

Пересчет полученной суммы баллов по дисциплине в оценку производится в соответствии с действующим локальным нормативным актом.

### 8.2. Вопросы к зачету

#### РАЗДЕЛ 1: Введение в генетическую инженерию. История и этика

\*(Лекция 1 + Лабораторная работа 1 + Семинар 2)\*

#### Компетенция ОПК-2 (Фундаментальные основы и творческое применение)

1. **(Знать)** Дайте определение генетической инженерии. Какие фундаментальные открытия в молекулярной биологии лежат в ее основе? \*(ОПК-2)\*
2. **(Знать)** Перечислите основные исторические этапы развития генной инженерии: от открытия двойной спирали ДНК до технологии CRISPR-Cas9. \*(ОПК-2)\*

3. **(Уметь)** Сформулируйте цели и задачи генетической инженерии в современной биотехнологии и медицине. \*(ОПК-2)\*
4. **(Владеть)** Проанализируйте этические дилеммы редактирования генома человека. В чем суть "дела Хэ Цзянькуя" и почему оно вызвало международный резонанс? \*(ОПК-2)\*
5. **(Знать)** Каковы основные аргументы "за" и "против" использования ГМО в сельском хозяйстве? \*(ОПК-2)\*
6. **(Знать)** Что такое Картахенский протокол по биобезопасности? Какие аспекты генетических исследований он регулирует? \*(ОПК-2)\*
7. **(Уметь)** Сравните подходы к регулированию ГМО в разных странах (США, ЕС, РФ). Чем они обусловлены? \*(ОПК-2)\*

#### **Компетенция ОПК-8 (Работа с аппаратурой и анализ данных)**

8. **(Уметь)** Опишите процедуру выделения ДНК из биологического материала фенол-хлороформным методом. Какое лабораторное оборудование для этого необходимо? \*(ОПК-8)\*
9. **(Уметь)** В чем преимущество коммерческих наборов (китов) для выделения ДНК перед классическим методом? С работой на каком оборудовании они связаны? \*(ОПК-8)\*
10. **(Владеть)** Как с помощью спектрофотометра (Nanodrop) оценить количество и качество выделенной ДНК? Какие показатели (A260/280, A260/230) о чем говорят? \*(ОПК-8)\*
11. **(Владеть)** Объясните принцип электрофореза в агарозном геле. Как с его помощью оценить целостность и размер выделенной ДНК? \*(ОПК-8)\*

#### **РАЗДЕЛ 2: Молекулярные основы. Ферменты и ПЦР**

\*(Лекция 2 + Лабораторная работа 2 + Семинар 1)\*

#### **Компетенция ОПК-2 (Фундаментальные основы и творческое применение)**

12. **(Знать)** Охарактеризуйте структуру и функции ДНК, РНК и белков в контексте центральной догмы молекулярной биологии. \*(ОПК-2)\*
13. **(Знать)** Что такое плазмиды? Почему они являются основными векторами в генной инженерии? \*(ОПК-2)\*
14. **(Знать)** Назовите основные типы ферментов генетической инженерии. Какова биологическая роль рестриктаз в природе (у бактерий)? \*(ОПК-2)\*
15. **(Уметь)** Объясните принцип работы ПЦР (полимеразной цепной реакции). Из каких этапов (температурных циклов) она состоит? \*(ОПК-2)\*
16. **(Владеть)** Сформулируйте правила подбора праймеров для ПЦР. Какие параметры (GC-состав, температура плавления, вторичные структуры) критически важны? \*(ОПК-2)\*
17. **(Уметь)** Какие существуют модификации ПЦР (Nested, RT-PCR, Real-time PCR) и для решения каких задач они применяются? \*(ОПК-2)\*
18. **(Знать)** Что такое секвенирование по Сэнгеру? Опишите принцип метода "терминирующих дидезоксинуклеотидов". \*(ОПК-2)\*
19. **(Уметь)** Сравните методы секвенирования нового поколения (NGS) на платформе Illumina и нанопоровое секвенирование (Oxford Nanopore). \*(ОПК-2)\*

#### **Компетенция ОПК-8 (Работа с аппаратурой и анализ данных)**

20. **(Уметь)** Опишите устройство и принцип работы ПЦР-амплификатора (термоциклера). Какие параметры программы необходимо задать? \*(ОПК-8)\*
21. **(Владеть)** Как подготовить образцы для постановки ПЦР (состав реакционной смеси, концентрации компонентов)? \*(ОПК-8)\*
22. **(Владеть)** Как визуализировать результаты ПЦР с помощью электрофореза в агарозном геле? Какие красители (бромистый этидий, SYBR Green) используются? \*(ОПК-8)\*
23. **(Владеть)** Проанализируйте электрофореграмму продуктов ПЦР. Как отличить специфическую амплификацию от неспецифической и праймер-димеров? \*(ОПК-8)\*

24. **(Знать)** Какое оборудование используется для секвенирования по Сэнгеру (капиллярные секвенаторы) и для NGS (HiSeq, MiSeq)? \*(ОПК-8)\*

### **РАЗДЕЛ 3: Основные методы. Клонирование и векторы**

\*(Лекция 3 + Лабораторная работа 3 + Семинар 3)\*

#### **Компетенция ОПК-2 (Фундаментальные основы и творческое применение)**

25. **(Знать)** Что такое клонирование генов? Какие типы векторов (плазмидные, вирусные, космиды) используются для этих целей? \*(ОПК-2)\*

26. **(Уметь)** Объясните стратегию выбора рестриктаз для реакции рестрикции. Что такое "совместимые концы"? \*(ОПК-2)\*

27. **(Владеть)** Опишите процесс лигирования фрагмента ДНК в плазмидный вектор (на примере pUC19). Какие ферменты и условия реакции необходимы? \*(ОПК-2)\*

28. **(Уметь)** Что такое генотерапия? В чем разница между подходами *ex vivo* и *in vivo*? \*(ОПК-2)\*

29. **(Знать)** Приведите примеры успешных кейсов генотерапии (например, лечение СМА - спинальной мышечной атрофии). \*(ОПК-2)\*

#### **Компетенция ОПК-8 (Работа с аппаратурой и анализ данных)**

30. **(Владеть)** Как визуализировать результаты рестрикционного анализа с помощью электрофореза? \*(ОПК-8)\*

31. **(Уметь)** Пользуясь виртуальной программой (например, SnapGene или Benchling), опишите алгоритм подбора рестриктаз для клонирования. \*(ОПК-8)\*

32. **(Владеть)** Проанализируйте результаты лигирования по количеству колоний на чашке и с помощью контрольной рестрикции плазмидной ДНК из полученных клонов. \*(ОПК-8)\*

### **РАЗДЕЛ 4: Редактирование генома. CRISPR и др.**

\*(Лекция 4 + Лабораторная работа 4 + Семинары 5 и 7)\*

#### **Компетенция ОПК-2 (Фундаментальные основы и творческое применение)**

33. **(Знать)** Раскройте принцип работы системы CRISPR-Cas9. Какова роль гидовой РНК (gRNA) и белка Cas9? \*(ОПК-2)\*

34. **(Уметь)** Сравните технологию CRISPR-Cas9 с альтернативными методами редактирования: TALEN и ZFN. В чем преимущества CRISPR? \*(ОПК-2)\*

35. **(Владеть)** Объясните, какова естественная (природная) функция CRISPR-систем у бактерий в контексте "гонки вооружений" с фагами. \*(ОПК-2)\*

36. **(Уметь)** Что такое prime editing? В чем его перспективность по сравнению с классическим CRISPR-Cas9? \*(ОПК-2)\*

37. **(Знать)** Какие существуют методы доставки компонентов CRISPR/Cas9 в клетки (трансфекция, электропорация, вирусные векторы)? \*(ОПК-2)\*

38. **(Владеть)** Спроектируйте стратегию нокаута (выключения) гена в клетках дрожжей с помощью CRISPR-Cas9. \*(ОПК-2)\*

#### **Компетенция ОПК-8 (Работа с аппаратурой и анализ данных)**

39. **(Уметь)** Опишите процесс подготовки компетентных клеток *E. coli*. Какое оборудование (центрифуги, шейкеры, ледяные бани) используется? \*(ОПК-8)\*

40. **(Владеть)** Как провести трансформацию бактериальных клеток плазмидной ДНК методом теплового шока? \*(ОПК-8)\*

41. **(Владеть)** Объясните принцип отбора рекомбинантных клонов на селективных средах с ампициллином и X-Gal/IPTG (сине-белый скрининг). \*(ОПК-8)\*

42. **(Уметь)** Какие биоинформатические инструменты (базы данных) используются для дизайна гидовой РНК (gRNA) с минимальным офф-таргет эффектом? \*(ОПК-8)\*

43. **(Владеть)** Предложите метод (ПЦР с последующим секвенированием) для проверки успешности редактирования генома. \*(ОПК-8)\*

### **РАЗДЕЛ 5: ГМО и применение в биотехнологии**

\*(Лекция 5 + Лабораторная работа 5 + Семинар 4)\*

**Компетенция ОПК-2 (Фундаментальные основы и творческое применение)**

44. (Знать) Какие существуют методы получения трансгенных растений (через *Agrobacterium tumefaciens*, баллистическая трансформация)? \*(ОПК-2)\*

45. (Знать) Опишите методы получения трансгенных животных (микроинъекция в пронуклеус, использование ретровирусов). \*(ОПК-2)\*

46. (Уметь) Приведите примеры практического использования ГМО в биотехнологии: получение рекомбинантного инсулина, Bt-культуры. \*(ОПК-2)\*

47. (Владеть) Оцените риски и преимущества использования ГМО в замкнутых системах (биореакторы) и при попадании в открытую среду. \*(ОПК-2)\*

48. (Уметь) Что такое синтетическая биология? Опишите проект по созданию синтетического организма *Mycoplasma laboratorium*. \*(ОПК-2)\*

49. (Знать) Что такое BioBricks (биокирпичи)? Как стандартизация генетических конструкций ускоряет биотехнологические разработки? \*(ОПК-2)\*

**Компетенция ОПК-8 (Работа с аппаратурой и анализ данных)**

50. (Владеть) Опишите эксперимент по трансформации дрожжей или бактерий созданной CRISPR-конструкцией. \*(ОПК-8)\*

51. (Уметь) Как проверить наличие мутации (редактирования) в целевом гене с помощью ПЦР и последующего гель-электрофореза (например, методом гетеродуплексного анализа)? \*(ОПК-8)\*

52. (Владеть) Каким образом результаты секвенирования подтверждают факт внесения целевой мутации? \*(ОПК-8)\*

**РАЗДЕЛ 6: Геномные технологии и анализ белков**

\*(Лекция 6 + Лабораторная работа 6 + Семинар 6)\*

**Компетенция ОПК-2 (Фундаментальные основы и творческое применение)**

53. (Знать) Что такое протеомика и метаболомика? Как эти постгеномные технологии дополняют генетическую инженерию? \*(ОПК-2)\*

54. (Уметь) Объясните, как анализ экспрессии рекомбинантных белков помогает в оптимизации условий биосинтеза. \*(ОПК-2)\*

**Компетенция ОПК-8 (Работа с аппаратурой и анализ данных)**

55. (Уметь) Опишите принцип метода индукции экспрессии гена с помощью IPTG в бактериальной системе. \*(ОПК-8)\*

56. (Владеть) Как проводится электрофорез в полиакриламидном геле (SDS-PAGE)? Для чего нужен DCH (SDS)? \*(ОПК-8)\*

57. (Владеть) Объясните принцип вестерн-блоттинга (иммунодетекции) для выявления целевого белка. Какое оборудование (системы для переноса, камеры для геля) используется? \*(ОПК-8)\*

58. (Владеть) Проанализируйте результаты вестерн-блоттинга. Как отличить специфический сигнал от фонового? \*(ОПК-8)\*

59. (Уметь) Как работать с базой данных NCBI? Какие инструменты (PubMed, Gene, Nucleotide) в нее входят? \*(ОПК-8)\*

60. (Владеть) Проведите поиск гомологичных последовательностей с помощью инструмента BLAST. Как интерпретировать показатели E-value и Identity? \*(ОПК-8)\*

61. (Уметь) Для чего используются базы UniProt (белки) и KEGG (метаболические пути)? \*(ОПК-8)\*

**РАЗДЕЛ 7: Прикладные аспекты и биоинформатика**

\*(Лекция 7 + Лабораторная работа 7 + Семинар 6 - продолжение)\*

**Компетенция ОПК-2 (Фундаментальные основы и творческое применение)**

62. (Уметь) Объясните концепцию персонализированной медицины. Как генетическая

инженерия и данные геномики помогают в ее реализации? \*(ОПК-2)\*

63. **(Знать)** Что такое биофармацевтика? Приведите примеры рекомбинантных белков, используемых как лекарственные препараты. \*(ОПК-2)\*

64. **(Владеть)** Оцените перспективы и вызовы генетической инженерии в 21 веке (синтетическая жизнь, де-эстинкция видов, улучшение человека). \*(ОПК-2)\*

#### **Компетенция ОПК-8 (Работа с аппаратурой и анализ данных)**

65. **(Уметь)** Опишите алгоритм поиска гена в геномных браузерах (Ensembl, UCSC Genome Browser). \*(ОПК-8)\*

66. **(Владеть)** Как с помощью BLAST определить, является ли неизвестная последовательность ДНК новой или уже описанной? \*(ОПК-8)\*

67. **(Владеть)** Используя SWISS-MODEL или аналогичный инструмент, опишите этапы предсказания трехмерной структуры белка по его аминокислотной последовательности. \*(ОПК-8)\*

68. **(Уметь)** С помощью какого ПО (SnapGene, CLC Genomics, Geneious) можно симулировать клонирование in silico? \*(ОПК-8)\*

69. **(Владеть)** Напишите простой алгоритм на псевдокоде для подсчета GC-состава в заданной последовательности ДНК. \*(ОПК-8)\*

#### **РАЗДЕЛ 8: Комплексные задачи (сквозные компетенции)**

*Интегративные вопросы, требующие применения всех навыков.*

70. **(Владеть - ОПК-2,8)** Вы получили образец почвы. Предложите полный протокол исследования: от выделения тотальной ДНК до выявления в ней генов устойчивости к антибиотикам и их клонирования.
71. **(Владеть - ОПК-2,8)** Разработайте систему для продукции человеческого белка крови (альбумина) в клетках *E. coli*. Опишите: а) конструкцию вектора, б) метод трансформации, в) метод индукции, г) метод детекции белка.
72. **(Уметь - ОПК-2,8)** Сравните затраты времени и ресурсов на секвенирование бактериального генома методами Сэнгера и Illumina. Какой метод и почему вы выберете для рутинной идентификации штамма?
73. **(Владеть - ОПК-2,8)** Проанализируйте ситуацию: при попытке амплифицировать ген методом ПЦР на геле наблюдаются только смазанные полосы или множество неспецифических полос. Ваши действия по оптимизации?
74. **(Владеть - ОПК-2,8)** Предложите дизайн эксперимента по CRISPR-Cas9 для исправления точечной мутации, вызывающей серповидно-клеточную анемию, в клетках крови пациента.
75. **(Уметь - ОПК-2,8)** Объясните, как знание основ программирования (Python/R) помогает в обработке больших массивов данных, получаемых с современных секвенаторов (NGS).

### **8.3. Вопросы к экзамену**

#### **Лекция 1. Введение в генетическую инженерию. Основные понятия и история развития (вопросы 1-6)**

1. Определение, цели и задачи генетической инженерии.
2. История развития генетической инженерии: ключевые открытия (ДНК, рестриктазы, ПЦР, CRISPR).
3. Роль генетической инженерии в развитии биотехнологии и медицины.
4. Этические проблемы генетической инженерии (ГМО, редактирование генома человека).
5. Правовое регулирование генетических исследований в РФ и международное законодательство.
6. Картахенский протокол о биобезопасности: цели и основные положения.

#### **Лекция 2. Структура и организация генетического материала (вопросы 7-14)**

7. Химическое строение ДНК: нуклеотиды, азотистые основания, сахарофосфатный остов.

8. Строение РНК: отличия от ДНК, типы РНК (матричная, транспортная, рибосомальная).

9. Вторичная и третичная структура ДНК. Модель Уотсона-Крика.

10. Уровни компактизации ДНК у эукариот: нуклеосомы, хроматин, хромосомы.

11. Структура прокариотического гена: промотор, оператор, кодирующая последовательность.

12. Структура эукариотического гена: экзоны, интроны, промоторные элементы.

13. Понятие генома: организация генома прокариот и эукариот.

14. Внехромосомные элементы: плазмиды, транспозоны, мобильные генетические элементы.

### **Лекция 3. Ферменты генетической инженерии (вопросы 15-24)**

15. Рестриктазы: открытие, биологическая роль.

16. Классификация рестриктаз: типы I, II, III, их характеристика.

17. Рестриктазы типа II: механизм действия, сайты узнавания, типы концов (тупые, липкие).

18. Изошизомеры и неошизомеры рестриктаз.

19. ДНК-лигазы: механизм действия, источники получения (E. coli, фаг T4).

20. ДНК-полимеразы: ДНК-полимераза I, фрагмент Кленова.

21. Taq-полимераза и другие термостабильные полимеразы.

22. Обратная транскриптаза: свойства, применение.

23. Полинуклеотидкиназа и щелочная фосфатаза: функции в генетической инженерии.

24. Нуклеазы: S1-нуклеаза, ДНКаза, РНКаза.

### **Лекция 4. Векторы для клонирования (вопросы 25-33)**

25. Понятие вектора. Требования, предъявляемые к векторам.

26. Плазмидные векторы: строение (ori, селективные маркеры, полилинкер).

27. Классификация плазмидных векторов (pBR322, pUC19, pGEM).

28. Векторы на основе бактериофага λ: особенности, применение.

29. Космиды: строение, преимущества для клонирования крупных фрагментов.

30. Фазмиды и фагмиды: гибридные векторы.

31. Векторы для эукариотических клеток: особенности, типы промоторов.

32. Вирусные векторы: аденовирусы, аденоассоциированные вирусы (AAV), лентивирусы.

33. Экспрессионные векторы: элементы для экспрессии генов в различных системах.

### **Лекция 5. Полимеразная цепная реакция (ПЦР) (вопросы 34-42)**

34. Принцип метода ПЦР: стадии цикла (денатурация, отжиг, элонгация).

35. Компоненты ПЦР-смеси: праймеры, dNTP, полимеразы, буфер, ионы магния.

36. Требования к дизайну праймеров: длина, GC-состав, температура плавления.

37. Температурные режимы ПЦР и их оптимизация.

38. Модификации ПЦР: nested-PCR (гнездовая ПЦР).

39. Модификации ПЦР: multiplex-PCR (мультиплексная ПЦР).

40. Обратнo-транскрипtазная ПЦР (RT-PCR): принцип, применение.

41. Количественная ПЦР в реальном времени (qPCR): принципы детекции (интеркалирующие красители, зонды TaqMan).

42. Проблемы и ошибки ПЦР: контаминация, неспецифическая амплификация.

### **Лекция 6. Трансформация и селекция рекомбинантных клонов (вопросы 43-50)**

43. Понятие трансформации. Естественная и искусственная компетентность бактерий.

44. Методы получения компетентных клеток: хлорид кальция, электропорация.

45. Трансфекция: методы введения ДНК в эукариотические клетки.
46. Селективные маркеры: гены устойчивости к антибиотикам (ампициллин, канамицин).
47. Сине-белый скрининг (X-Gal/IPTG): принцип метода, роль гена lacZ.
48. Репортерные гены: GFP, люцифераза, их применение.
49. Методы отбора рекомбинантных клонов: ПЦР-скрининг, рестрикционный анализ.
50. Хранение рекомбинантных штаммов: краткосрочное и долгосрочное.
- Лекция 7. Основы генетического редактирования (вопросы 51-57)**
51. Понятие генетического редактирования. Отличие от традиционного клонирования.
52. Система CRISPR-Cas: история открытия, биологическая роль у бактерий.
53. Механизм действия CRISPR-Cas9: компоненты (Cas9, gRNA), сайты PAM.
54. Типы репарации после двойного разрыва: NHEJ (негомологичное соединение концов) и HDR (гомологичная репарация).
55. Альтернативные системы редактирования: TALEN и ZFN (механизмы, ограничения).
56. Базовое редактирование (base editing): принцип, возможности.
57. Прайм-редактирование (prime editing): отличие от классического CRISPR.
- 2 КУРС (Лекции 8-16)**
- Лекция 8. Генетически модифицированные микроорганизмы (вопросы 58-63)**
58. Принципы создания рекомбинантных штаммов микроорганизмов.
59. Промышленное получение рекомбинантных белков: инсулин, гормон роста человека.
60. Системы экспрессии на основе E. coli: преимущества и ограничения.
61. Дрожжевые системы экспрессии (Saccharomyces cerevisiae, Pichia pastoris).
62. Биобезопасность при работе с ГМ-микроорганизмами: физическая и биологическая изоляция.
63. Пробиотики и ГМ-микроорганизмы: перспективы применения.
- Лекция 9. Трансгенные растения (вопросы 64-69)**
64. Методы получения трансгенных растений: агробактериальная трансформация.
65. Векторы на основе Agrobacterium tumefaciens: Ti-плазмиды, принцип действия.
66. Баллистическая трансформация (биолистика): принцип, применение.
67. Примеры трансгенных растений: Bt-культуры (устойчивость к насекомым).
68. Golden Rice: создание, значение, этические споры.
69. Регуляция ГМО в сельском хозяйстве: законы, маркировка.
- Лекция 10. Трансгенные животные (вопросы 70-75)**
70. Методы получения трансгенных животных: микроинъекции в пронуклеус.
71. Использование ретровирусных векторов для создания трансгенных животных.
72. Нокаутные и нокин-мыши: принципы создания, применение.
73. Трансгенные животные как модели наследственных заболеваний человека.
74. Животные-биореакторы: получение рекомбинантных белков в молоке.
75. Клонирование животных (овца Долли): метод, этические аспекты.
- Лекция 11. Генная терапия (вопросы 76-82)**
76. Понятие генной терапии: цели, принципы.
77. Ex vivo и in vivo генотерапия: отличия, примеры.
78. Вирусные векторы для доставки генов: аденоассоциированные вирусы (AAV).
79. Невирусные методы доставки: липосомы, наночастицы.
80. Клинические примеры генной терапии: лечение SCID (тяжелый комбинированный иммунодефицит).
81. Случай Джесси Гелсингера: уроки и последствия.

82. Современное состояние генной терапии гемофилии и других моногенных заболеваний.

**Лекция 12. Редактирование генома: современные технологии (вопросы 83-87)**

83. CRISPR-Cas9: оптимизация и новые варианты (Cas12a/Cpf1, Cas13).

84. Доставка компонентов CRISPR в клетки: вирусные векторы, рибонуклеопротеины (RNP).

85. Off-target эффекты: причины, методы детекции, способы минимизации.

86. Редактирование РНК: технологии на основе ADAR.

87. Prime editing и base editing: сравнительный анализ возможностей.

**Лекция 13. Секвенирование нового поколения (NGS) (вопросы 88-94)**

88. Принципы секвенирования по Сэнгеру: метод терминации цепи.

89. Секвенирование нового поколения (NGS): общие принципы.

90. Технология Illumina: подготовка библиотек, кластерная амплификация, секвенирование путем синтеза.

91. Секвенирование Ion Torrent: принцип детекции ионов водорода.

92. Секвенирование третьего поколения: PacBio (SMRT) и Oxford Nanopore.

93. Области применения NGS: полногеномное секвенирование, транскриптомика.

94. Основы биоинформатической обработки NGS-данных: форматы FASTQ, BAM, VCF.

**Лекция 14. Синтетическая биология (вопросы 95-99)**

95. Синтетическая биология: определение, цели, отличие от генетической инженерии.

96. Биокирпичи (BioBricks): концепция стандартизации генетических модулей.

97. Минимальный геном: проект Mycoplasma laboratorium (JCVI-syn1.0).

98. Генетические переключатели и осцилляторы: репрессилатор.

99. Применение синтетической биологии: биосенсоры, производство биотоплива.

**Лекция 15. Биоинформатика в генетической инженерии (вопросы 100-104)**

100. Международные базы данных: NCBI (GenBank), EMBL-EBI, DDBJ.

101. Поиск гомологичных последовательностей: BLAST (типы, принцип работы).

102. Множественное выравнивание последовательностей: ClustalW, MUSCLE.

103. Дизайн праймеров: онлайн-инструменты (Primer3, Primer-BLAST).

104. Предсказание структуры белков: AlphaFold и его значение.

**Лекция 16. Биобезопасность и биоэтика (вопросы 105-109)**

105. Риски генетической инженерии: биобезопасность (biosafety) и биозащита (biosecurity).

106. Проблема двойного использования (dual-use) генетических технологий.

107. Редактирование генома эмбрионов: этические дебаты, мораторий.

108. Патентование генов и генетических технологий: споры, этика.

109. Общественное восприятие ГМО и генетических технологий: мифы и реальность.

**8.4. Темы докладов и рефератов:**

**1. Раздел 1: История, методология и инструменты генетической инженерии**

1. История развития генетической инженерии: от открытия структуры ДНК до эры CRISPR.

2. Ферменты генетической инженерии: рестриктазы, лигазы, полимеразы — механизмы действия и применение.

3. Векторы для клонирования: плазмиды, космиды, фаги — сравнительная характеристика.

4. Полимеразная цепная реакция (ПЦР): принцип метода, разновидности и области применения.

5. Секвенирование ДНК: от метода Сэнгера до нанопоровых технологий (Oxford Nanopore).
6. Технологии секвенирования нового поколения (NGS): платформы Illumina, Ion Torrent и их сравнение .
7. Синтез олигонуклеотидов и его роль в современной генной инженерии.
8. Биоинформатические инструменты в генетической инженерии: базы данных NCBI, UniProt, BLAST .

## **Раздел 2: Редактирование геномов и синтетическая биология**

9. Система CRISPR-Cas9: история открытия, механизм действия и эволюция технологии.
10. Сравнительный анализ методов редактирования генома: CRISPR/Cas9, TALEN и ZFN .
11. Применение CRISPR-Cas9 в медицине: коррекция наследственных заболеваний.
12. Этические дилеммы редактирования генома человека: анализ "дела Хэ Цзянькуя".
13. Природная роль CRISPR-систем у бактерий: "гонка вооружений" с фагами.
14. Синтетическая биология: создание искусственных геномов и организмов (проект *Mycoplasma laboratorium*).
15. Концепция "биокирпичей" (BioBricks) и стандартизация генетических конструкций.
16. Редактирование РНК: технологии на основе ADAR и их перспективы.
17. Prime editing: новое поколение технологий редактирования геномов.

## **Раздел 3: Генно-инженерные технологии в медицине и фармацевтике**

18. Получение рекомбинантных белков (инсулин, гормон роста) с использованием микроорганизмов.
19. Генная терапия: принципы, подходы ex vivo и in vivo.
20. Лечение наследственных заболеваний методами генной терапии: успехи и проблемы.
21. Векторы для генной терапии: аденоассоциированные вирусы (AAV), ретровирусы, лентивирусы.
22. Применение технологии РНК-интерференции (RNAi) для подавления экспрессии генов.
23. Молекулярные сенсоры и флуоресцентные белки (GFP) как инструменты визуализации процессов в клетке .
24. Фармакогеномика и персонализированная медицина: генетические основы подбора лекарств.
25. Создание синтетических вакцин методами генной инженерии .
26. Антитела рекомбинантные и миниантитела: получение и терапевтическое применение .

## **Раздел 4: ГМО в сельском хозяйстве и пищевой промышленности**

27. Методы получения трансгенных растений: *Agrobacterium*-опосредованный перенос и баллистическая трансформация.
28. Трансгенные культуры: Вt-кукуруза, соя, устойчивая к гербицидам — преимущества и риски.
29. Генетическая модификация животных для сельского хозяйства и биомедицины.
30. Растения как биореакторы для получения рекомбинантных белков и вакцин .
31. Редактирование генома растений с помощью CRISPR/Cas для улучшения хозяйственно-ценных признаков .
32. Методы идентификации и количественного определения ГМО в продуктах питания .

33. Устойчивость растений к абиотическим стрессам (засуха, засоление) методами генной инженерии.

34. Создание растений с улучшенными питательными свойствами ("золотой рис").

35. Проблема супервредителей и суперсорняков: мифы и реальность.

#### **Раздел 5: Анализ биомолекул (ДНК, РНК, белки)**

36. Методы экстракции и очистки нуклеиновых кислот: фенол-хлороформный метод и коммерческие наборы.

37. Оценка качества и количества ДНК: спектрофотометрия (Nanodrop) и флуориметрия (Qubit).

38. Электрофорез нуклеиновых кислот в агарозных и полиакриламидных гелях.

39. Капиллярный электрофорез в анализе фрагментов ДНК.

40. Саузерн-блоттинг: детекция специфических последовательностей ДНК.

41. Нозерн-блоттинг: анализ экспрессии генов на уровне РНК.

42. ПЦР в реальном времени (Real-time PCR, qPCR): принципы и применение для количественного анализа.

43. Цифровая капельная ПЦР (ddPCR) как метод абсолютного количественного определения нуклеиновых кислот.

44. Методы анализа экспрессии рекомбинантных белков: SDS-PAGE и вестерн-блоттинг.

45. Масс-спектрометрия в протеомике: идентификация и анализ посттрансляционных модификаций белков .

46. Двумерный электрофорез белков: принципы и применение.

47. Иммуноферментный анализ (ELISA): принципы и варианты.

48. Методы изучения белок-белковых взаимодействий: коиммунопреципитация, дрожжевая двугибридная система.

49. Рентгеноструктурный анализ и ЯМР-спектроскопия для изучения пространственной структуры биомакромолекул .

50. Методы определения ферментативной активности и кинетических параметров.

#### **Раздел 6: Биоинформатика и структурная биология**

51. Базы данных нуклеотидных последовательностей (GenBank, EMBL, DDBJ).

52. Базы данных белковых последовательностей и структур (UniProt, PDB) .

53. Молекулярное моделирование и предсказание структуры белков (SWISS-MODEL, AlphaFold).

54. Филогенетический анализ: построение и интерпретация эволюционных деревьев.

55. Анализ микроматричных данных (microarrays) и РНК-секвенирования (RNA-Seq).

56. Компьютерный дизайн праймеров и гидовых РНК для CRISPR-Cas9.

57. Основы программирования на Python для анализа генетических данных.

58. Метаболомика и метагеномика: анализ сложных сообществ микроорганизмов.

#### **Раздел 7: Экологические и биотехнологические аспекты**

59. Микробиологический синтез: получение аминокислот, антибиотиков и органических кислот.

60. Биоремедиация: использование микроорганизмов для очистки окружающей среды.

61. Генно-инженерные подходы к созданию биотоплива (биодизель, биоэтанол).

62. Биodeградируемые пластики: получение полигидроксиалканоатов (ПГА) с помощью бактерий.

63. Имобилизованные ферменты в биотехнологии: методы и применение.

64. Клеточная инженерия: культивирование клеток растений и животных для получения ценных веществ.

65. Промышленная биотехнология: масштабирование процессов от лаборатории до производства.

#### **Раздел 8: Регуляторные, этические и социальные аспекты**

66. Картахенский протокол по биобезопасности и международное регулирование ГМО .

67. Законодательное регулирование генно-инженерной деятельности в России и за рубежом .

68. Методы оценки рисков при использовании генетически модифицированных организмов .

69. Социально-экономические последствия внедрения ГМО в сельское хозяйство .

70. Проблема патентования генов и живых организмов.

71. Информирование общественности о ГМО: проблемы восприятия и пути решения.

72. Биобезопасность и двойное применение генно-инженерных технологий.

73. Этические аспекты генетического тестирования и редактирования генома человека.

74. Перспективы генной инженерии в решении глобальных проблем человечества (продовольственная безопасность, здравоохранение) .

75. Горизонтальный перенос генов от ГМО: оценка рисков и реальные последствия.

#### **Рекомендации по выбору темы:**

- **Для теоретического реферата** лучше выбирать темы из разделов 1, 2, 8 (история, этика, регуляция).

- **Для обзорного доклада** подойдут темы из разделов 3, 4, 5 (медицина, сельское хозяйство, анализ).

- **Для практико-ориентированной работы** рекомендуются темы из разделов 6 и 7 (биоинформатика, биотехнология).

#### **Критерии оценки реферата**

оценка «отлично» выставляется студенту, если выполнены все требования к написанию и защите реферата: обозначена проблема и обоснована её актуальность, сделан краткий анализ различных точек зрения на рассматриваемую проблему и логично изложена собственная позиция, сформулированы выводы, тема раскрыта полностью, выдержан объём, соблюдены требования к внешнему оформлению;

оценка «хорошо» выставляется студенту, если основные требования к реферату и его защите выполнены, но при этом допущены недочёты. В частности, имеются неточности в изложении материала; отсутствует логическая последовательность в суждениях; не выдержан объём реферата; имеются упущения в оформлении;

оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если имеются существенные отступления от требований к реферированию. В частности: тема освещена лишь частично; допущены фактические ошибки в содержании реферата; во время защиты отсутствует вывод;

оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если тема реферата не раскрыта, обнаруживается существенное непонимание проблемы или реферат не представлен.

### **9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

#### **а) основная литература:**

1. Прошкина, Е. Н. Молекулярная биология: стресс-реакции клетки : учебное пособие для вузов / Е. Н. Прошкина, И. Н. Юранева, А. А. Москалев. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 73 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-19907-9. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/557317>

2. Ершов, Ю. А. Биохимия : учебник и практикум для вузов / Ю. А. Ершов, Н. И. Зайцева ; под редакцией С. И. Щукина. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 323 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-07505-2. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/561054>

**б) дополнительная литература:**

3. Молекулярная биология. Практикум : учебник для вузов / под редакцией А. С. Коничева. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 169 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-53412544-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/565299>

**в) Профессиональные базы данных и другие интернет-ресурсы:**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Северо-Осетинский государственный университет имени Коста Левановича Хетагурова»  
«СОГУ»

Реестр электронных библиотечных систем (ЭБС) и электронных образовательных ресурсов, доступ к которым обеспечен для обучающихся по образовательным программам, реализуемым в 2026-2027 учебном году.

| Название базы данных (пакета), производитель, ЭБС                                                                                                                                                          | Платформа и (или) адрес в сети Интернет                                                                                                              | Реквизиты и срок действия документа, подтверждающего                                    | Правообладатель                                  | Количество ключей (пользователей)                                                    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| «Университетская библиотека Online» Базовая коллекция                                                                                                                                                      | <a href="https://biblioclub.ru">https://biblioclub.ru</a><br>Требуется регистрация.                                                                  | Договор № 571-12/2025 от 12.01.2027 г.<br>С 01.01.2026 г. -                             | ООО «НексМедиа»                                  | Без ограничения количества пользователей                                             |
| Информационно- аналитическая система SCIENCE INDEX: рефераты и полные тексты научных статей и публикаций, российские научные и научно-технические журналы                                                  | eLIBRARY.RU<br><a href="http://elibrary.ru/org">http://elibrary.ru/org</a><br>Требуется регистрация.                                                 | Лицензионный договор № 310-5051/2025 от 31.03. 2025 г.<br>С 14.04.2025 г.-20.04.2026 г. | ООО «Научная электронная библиотека eLibrary.ru» | Доступ по IP адресам вуза без ограничений по количеству пользователей                |
| eLIBRARY.RU - интегрированный научный информационный портал в российской зоне сети Интернет, включающий базы данных научных изданий и сервисы для информационного обеспечения науки и высшего образования. | eLIBRARY.RU<br><a href="http://elibrary.ru/org">http://elibrary.ru/org</a><br>Требуется регистрация.                                                 | Ресурс открытого доступа                                                                | ООО «Научная электронная библиотека eLibrary.ru» | Доступ осуществляется по IP адресам вуза без ограничений по количеству пользователей |
| «Юрайт»<br>- Учебники по всем специальностям и направлениям подготовки.<br>- ЦУМК по федеральному проекту «Кадры для цифровой экономики»                                                                   | «Юрайт»<br><a href="https://urait.ru/info/courses?utm_sour...m_campa">https://urait.ru/info/courses?utm_sour...m_campa</a><br>Требуется регистрация. | Договор № 6237 от 05.12.2023 г.<br>С 31.12.2023 -31.12.2026 г.                          | ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ»             | Доступ по IP адресам вуза без ограничений по количеству пользователей                |
| Универсальная база данных East View<br>- полнотекстовый доступ к научным журналам                                                                                                                          | <a href="https://dlib.eastview.com">https://dlib.eastview.com</a><br>Логин: Khetagurov.<br>Пароль: Khetagurov.                                       | №210-П от 12.01.2026 г.<br>С 01.01.2026 г.-<br>31.12.2026 г.                            | ООО «ИВИС»                                       | Без ограничения количества пользователей                                             |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                        |                                                                                                            |                                                                            |                                                                                              |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>«Консультант студента» - студенческая электронная библиотека для информационного сопровождения ООП по медицине и фармации, естественным и точным наукам<br/>         «Медицина (ВО) ГЭОТАР-Медиа. Базовый комплект»;<br/>         «Медицина (ВО) ГЭОТАР-Медиа. Премиум комплект»;<br/>         - «Медицина. Здравоохранение СПО»;<br/>         - «Медицина (ВО). Books in English»;<br/>         - «Медицина (ВО). Учебники 3.0».</p> | <p><a href="https://www.studentlibrary.ru/">https://www.studentlibrary.ru/</a><br/>         Требуется регистрация.</p> | <p>Договор № 192КС/09-2025 г.<br/>         от 20.09.2024 г.<br/>         (20.09.2025 г.-19.09.2026 г.)</p> | <p>ООО «Консультант студента»</p>                                          | <p>Доступ осуществляется по IP адресам вуза без ограничений по количеству пользователей.</p> |
| <p>«SocHum» - электронная библиотека социогуманитарного знания (коллекция учебно-методической литературы и научных журналов социогуманитарной коллекции научно-исследовательских институтов РАН</p>                                                                                                                                                                                                                                      | <p><a href="https://sochum.ru">https://sochum.ru</a></p>                                                               | <p>Ресурс открытого доступа</p>                                                                            | <p>Государственный академический университет гуманитарных наук (ГАУГН)</p> | <p>Доступ осуществляется по IP адресам вуза без ограничений по количеству пользователей.</p> |
| <p><u>Polpred.com</u> - открытая электронная библиотечная система и интернет-сервисы «Деловые средства массовой информации».<br/>         Доступ к статьям 600 газет, журналов информагентств с архивом за 20 лет:<br/>         - обзор СМИ;<br/>         - Россия и зарубежье;<br/>         - Федеральные округа РФ.<br/>         - внешняя экономика, право.</p>                                                                       | <p><a href="https://www.polpred.com/">https://www.polpred.com/</a></p>                                                 | <p>Ресурс открытого доступа</p>                                                                            |                                                                            | <p>Доступ осуществляется по IP адресам вуза без ограничений по количеству пользователей.</p> |

|                                           |                                                                               |                                                                                                                     |                                       |                                                                                      |
|-------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| Национальная электронная Библиотека «НЭБ» | <a href="https://rusneb.ru/">https://rusneb.ru/</a><br>Требуется регистрация. | Договор № 4513-п от 26.12.2023 г.<br>(на 10 лет с последующей автоматической пролонгацией)<br>Без ограничения срока | Российская государственная библиотека | Доступ осуществляется по IP адресам вуза без ограничений по количеству пользователей |
|-------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|

### Электронные образовательные ресурсы

| Наименование ресурса                                                                                    | Содержание ресурса                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Ссылка на ресурс в сети Интернет                                                                                                                |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| БЕН РАН                                                                                                 | Библиотека по естественным наукам Российской Академии наук.<br>Интернет-ресурсы открытого (бесплатного) полнотекстового доступа к документам.<br>Статьи, монографии, материалы конференций, а также базы данных лабораторных протоколов, дипломных работ, диссертаций и патентов.<br>Представлены документы с XVIII века по настоящее время | <a href="https://www.benran.ru/">https://www.benran.ru/</a>                                                                                     |
| Единое окно доступа к образовательным ресурсам                                                          | Каталог образовательных интернет-ресурсов и полнотекстовая электронная учебно-методическая библиотека для общего и профессионального образования                                                                                                                                                                                            | <a href="https://web.archive.org/web/20191122092928/http://window.edu.ru/">https://web.archive.org/web/20191122092928/http://window.edu.ru/</a> |
| «КиберЛенинка»                                                                                          | Собрание научных статей, в основном на русском языке, хотя есть и иностранные публикации.                                                                                                                                                                                                                                                   | <a href="https://cyberleninka.ru/">https://cyberleninka.ru/</a>                                                                                 |
| Всенаука                                                                                                | Естественные, гуманитарные и социальные науки, психология                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <a href="https://vsenauka.ru/">Всенаука https://vsenauka.ru/</a>                                                                                |
| Портал психологических изданий                                                                          | Сайт с электронными версиями психологических журналов.                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <a href="https://psyjournals.ru/">Psyjournals https://psyjournals.ru/</a>                                                                       |
| Российский центр научных исследований (РЦНИ)<br><br>(Российский фонд фундаментальных исследований РФФИ) | Содержит полнотекстовые данные по дисциплинам:<br>- математика, информатика и механика<br>- физика и астрономия;<br>- химия;<br>- биология и медицинская наука;<br>- науки о Земле;<br>- науки о человеке и обществе;<br>- информационные технологии и вычислительные системы;<br>- фундаментальные основы инженерных наук.                 | <a href="http://www.rcsi.science">www.rcsi.science</a><br><br><a href="http://www.rfbr.ru/">http://www.rfbr.ru/</a>                             |

|                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                          |
|--------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Научные ресурсы - Научная литература в Интернет</p> | <p>Собрание ссылок на сайты, содержащие книги и статьи по естественнонаучным дисциплинам.</p> <p>Бесплатные книги и статьи:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- математика и физика;</li> <li>- цифровая обработка сигналов;</li> <li>- радиотехника и электроника;</li> <li>- биология;</li> <li>- химия;</li> <li>- астрономия;</li> <li>- программирование.</li> </ul> <p>Книжные интернет-магазины, ориентированные на продажу научной литературы.</p> <p>Электронные книги.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <p><a href="https://scintific.narod.ru/literature.htm">https://scintific.narod.ru/literature.htm</a></p> |
| <p>Библиотекарь. Ру</p>                                | <p>Бесплатная интернет-библиотека. Книги, статьи, документы по русской и мировой истории, искусству, культуре, прикладным наукам, учебники, научные статьи, методические пособия.</p> <p>Электронные книги, учебники, периодика, графика, справочная и техническая литература.</p> <p>На сайте представлено около 10.000 книг доступных для онлайн чтения.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- более 50 полнотекстовых справочников и энциклопедий;</li> <li>- Древнерусская литература - летописи, жития святых, воинские повести древней Руси;</li> <li>- сведения иностранных писателей о средневековой России;</li> <li>- большой раздел репринтов книг, газет и журналов 19 века;</li> <li>- биографии и труды русских учёных и писателей;</li> <li>- классическая литература. Мемуары, дневники;</li> <li>- учебники и научные работы по 20 дисциплинам;</li> <li>- более 15.000 картин и художественных изображений.</li> </ul> | <p><a href="https://bibliotekar.ru/">https://bibliotekar.ru/</a></p>                                     |

**- необходимый для обеспечения данной дисциплины комплект лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства, а также электронные библиотечные системы, с которыми у СОГУ имеется действующий договор:**

| <b>№ п/п</b> | <b>Наименование</b>                                                                                | <b>№ договора(лицензия)</b>                                                            | <b>Страна производитель</b> |
|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| 1.           | Windows 10 Enterprise                                                                              | № 4100072800 Microsoft Products (MP SA) от 04.2016 г                                   | США                         |
| 2.           | Windows 10 Pro for Workstations                                                                    | № 4100072800 Microsoft Products (MP SA) от 04.2016 г                                   | США                         |
| 3.           | Windows 7 Enterprise                                                                               | № 4100072800 Microsoft Products (MP SA) от 04.2016 г                                   | США                         |
| 4.           | Windows 7 Professional                                                                             | № 4100072800 Microsoft Products (MP SA) от 04.2016 г                                   | США                         |
| 5.           | Office Standard 2016                                                                               | № 4100072800 Microsoft Products (MP SA) от 04.2016 г                                   | США                         |
| 6.           | Office Standard 2013                                                                               | № 4100072800 Microsoft Products (MP SA) от 04.2016 г                                   | США                         |
| 7.           | Office Standard 2010                                                                               | № 4100072800 Microsoft Products (MP SA) от 04.2016 г                                   | США                         |
| 8.           | Корпоративная электронная почта (Яндекс.Почта)                                                     | №КИС-1965-2025 от 12.01.2026                                                           | Россия                      |
| 9.           | Программное обеспечение 1С: Предприятие. Бухгалтерский Учет. Типовая конфигурация 8 сетевая версия | № СД/108 от 29.08.2017 «МАКСИМУМ-СОФТ СОФТ» бессрочно                                  | Россия                      |
| 10.          | Система поиска текстовых заимствований «Антиплагиат.ВУЗ»                                           | № SBR003-250010357500001от 05.02.2025 (действителен до 04.02.2026) с ОАО «АнтиПлагиат» | Россия                      |
| 11.          | Программное обеспечение 1С: Предприятие 8.3 Управление торговлей                                   | №КП /108 от 29.08.2017 с ООО «Максимум»(бессрочно)                                     | Россия                      |
| 12.          | Программное обеспечение 1С: Зарплата и кадры государственного учреждения 8                         | №СД./ №9., 08.06.2025 г. «МАКСИМУМ-СОФТ СОФТ» бессрочно                                | Россия                      |
| 13.          | 1С: Бухгалтерия 8. Базовая версия                                                                  | №9 от 21.05.2019, «МАКСИМУМ-СОФТ СОФТ» бессрочно                                       | Россия                      |
| 14.          | Планы                                                                                              | №2191-24, от 09.01.2025 г. (тех.поддержка до 26.02.2026 г.) ООО ЛММИС                  | Россия                      |
| 15.          | ПО Лаборатории ММИС                                                                                | №2435-24 от 04.03.2025                                                                 | Россия                      |

|     |                                                                   |                                                                                                                    |        |
|-----|-------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
|     | (Деканат, ПК, Ведомости, Тестирование, интернет расширение и др.) | ООО ЛММИС                                                                                                          |        |
| 16. | VSDESK                                                            | № 210406/01 от 06.04.2021г. ИП И.А.Сергеевич                                                                       | Россия |
| 17. | DIRECTUM RX – Система электронного документооборота               | ООО Галактика ИТ договор № 120320/Д/А от 14.03.2022                                                                | Россия |
| 18. | MOODLE                                                            | Бесплатное                                                                                                         | -      |
| 19. | ЭБС «Консультант студента»                                        | <a href="http://www.studentlibrary.ru">http://www.studentlibrary.ru</a><br>Требуется регистрация в библиотеке СОГУ | Россия |
| 20. | РусГард                                                           | Бесплатное                                                                                                         | Россия |
| 21. | Система веб-конференций (bigbluebutton)                           | Бесплатное                                                                                                         | -      |
| 22. | Средства криптографической защиты (КриптоПро CSP, Крипто АРМ)     | №120680, от 21.01.2025<br>ООО «Цифровые технологии»                                                                | Россия |
| 23. | Средства криптографической защиты (ViPNet)                        | №0000-000008 от 17.01.2025<br>ООО Экспресс-линк                                                                    | Россия |
| 24. | Средства криптографической защиты (Континент TLS)                 | №25/08/22 СЛ от 04.09.2025<br>ООО СКБ-Сервис                                                                       | Россия |
| 25. | Kaspersky Endpoint Security                                       | № СФ00-001239 от 13.02.2025 ООО Системный Софт                                                                     | Россия |

## 10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

**Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа:** преподавательский стол; стул; столы обучающихся; стулья; кафедра; мультимедийный комплекс (проектор, экран), ноутбук, колонки, программное обеспечение: Microsoft Windows 7 Professional; Microsoft Office Standard 2016; 7-zip; WinRAR; Adobe Acrobat Reader; STDU Viewer; Mozilla Firefox; Google Chrome; Kaspersky free (свободное ПО).

**Учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также самостоятельной работы обучающихся:** преподавательский стол; стул; столы обучающихся; стулья; кафедра; классная доска, мультимедийный комплекс (проектор, экран), ноутбук, колонки, программное обеспечение: Microsoft Windows 7 Professional; Microsoft Office Standard 2016; 7-zip; WinRAR; Adobe Acrobat Reader; STDU Viewer; Mozilla Firefox; Google Chrome; Kaspersky free (свободное ПО)

**Помещение для самостоятельной работы студентов:** Зал электронных ресурсов Научной библиотеки СОГУ (корпус 6, кабинет № 1.8), укомплектован специализированной мебелью (рабочие места студентов), необходимыми техническими средствами обучения: компьютеры, принтер, возможность подключения к сети «Интернет», доступ в электронную информационно-образовательную среду СОГУ.

**Компьютерный класс:** преподавательский стол; стул; столы обучающихся; стулья; кафедра; классная доска.

Оборудование: Компьютеры для компьютерного класса в комплекте, источники бесперебойного питания, Иппон, коммутатор для класса D-Link DGS-10240, интерактивная доска 78\*(1702070/15112/11344/2+ проектор Beno MX503.

Программное обеспечение: Microsoft Windows 7 Professional; Microsoft Office Standard 2016; 7-zip; WinRAR; Adobe Acrobat Reader; STDU Viewer; Mozilla Firefox; Google Chrome; Kaspersky free (свободное ПО); Консультант плюс; демонстрационные и учебно-наглядные пособия (видеопрезентация).

**Библиотека, в том числе читальный зал:** столы, стулья; ПК обучающихся.

Программное обеспечение: Microsoft Windows 7 Professional; Microsoft Office Standard 2016; 7-zip; WinRAR; Adobe Acrobat Reader; STDU Viewer; Mozilla Firefox; Google Chrome; Kaspersky free (свободное ПО); Консультант плюс. ЭБС "Университетская библиотека ONLINE" <https://biblioclub.ru> ЭБС «Консультант студента» <http://www.studentlibrary.ru> ЭБС «Юрайт» [www.biblio-online.ru](http://www.biblio-online.ru)

### **Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;

-создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;

-применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;

- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;

-применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;

-увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:

- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;

- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;

- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.