

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный университет  
им. Х.М. Бербекова» (КБГУ)**

**ИНСТИТУТ ХИМИИ И БИОЛОГИИ  
КАФЕДРА БИОЛОГИИ, ГЕОЭКОЛОГИИ И МОЛЕКУЛЯРНО –  
ГЕНЕТИЧЕСКИХ ОСНОВ ЖИВЫХ СИСТЕМ**



**СОГЛАСОВАНО**

Руководитель образовательной  
программы А.Х. Шаов

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)  
«ГЕНЕТИКА И ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ  
В ПРОМЫШЛЕННОЙ БИОТЕХНОЛОГИИ»**

Направление подготовки

**04.03.01 – Химия**

(код и наименование направления подготовки)

Профиль

Химия окружающей среды, химическая экспертиза и экологическая безопасность

Неорганическая химия и химия координационных соединений

Органическая химия

Квалификация (степень) выпускника

Бакалавр

Форма обучения

Очная

Нальчик 2023

Рабочая программа дисциплины (модуля) **«ГЕНЕТИКА И ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОМЫШЛЕННОЙ БИОТЕХНОЛОГИИ** /составитель Паритов А.Ю. – Нальчик: КБГУ, 2023 г., 40 с. для преподавания студентам по направлению подготовки 04.03.01 – Химия.

Рабочая программа дисциплины (модуля) составлена с учетом федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 04.03.01 – Химия, утвержденного Приказом Минобрнауки России от N 671 (ред. от 17.07.2017), а также на основании письма Минобрнауки России № МН-5/168520 от 15.03.2023 «О направлении методических рекомендаций».

| <b>С О Д Е Р Ж А Н И Е</b> |   |          |
|----------------------------|---|----------|
| 1                          | Цели и задачи освоения дисциплины   | <b>4</b> |
| 2                          | Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО   | 4        |
| 3                          | Требования к результатам освоения дисциплины (модуля)   | 4        |
| 4                          | Содержание и структура дисциплины (модуля)  | 6        |
| 5                          | Оценочные материалы для текущего и рубежного контроля успеваемости и промежуточной аттестации                                   | 17       |
| 6                          | Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности                    | 23       |
| 7                          | Учебно-методическое обеспечение дисциплины (модуля)   | 26       |
| 7.1                        | Основная литература   | 26       |
| 7.2                        | Дополнительная литература   | 26       |
| 7.3                        | Периодические издания (газета, вестник, бюллетень, журнал)  | 26       |
| 7.4                        | Интернет-ресурсы  | 26       |
| 7.5                        | Методические указания по проведению различных учебных занятий, к курсовому проектированию и другим видам самостоятельной работы | 27       |
| 8                          | Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)   | 33       |
| 9                          | Лист изменений (дополнений) в рабочей программе дисциплины (модуля)   | 36       |
| 10                         | Приложения  | 37       |

### **1. Цели и задачи освоения дисциплины (модуля):**

Целью введения в образовательные программы образовательного модуля «Генетика и генетические технологии в промышленной биотехнологии» (далее - Модуль) является формирование у обучающихся знаний и навыков в области приложения генетических технологий в промышленную биотехнологию.

Реализация Модуля предусмотрена после получения обучающимися базовых представлений в области химии, математики, наук о биологическом разнообразии, биохимии, основ молекулярной биологии.

Модуль содержательно дополняет, углубляет и расширяет полученные ранее в общем и профессиональном образовании знания о живых системах, делая акцент на практическом применении генетических технологий в различных областях промышленной биотехнологии с целью эффективного и экологически безопасного производства продуктов для широкого круга отраслей промышленности и сельского хозяйства, получения фармацевтических субстанций и лекарственных препаратов, защиты окружающей среды и внедрения экологически безопасных биотехнологий.

Освоение Модуля требует первичных знаний и умений, связанных с исследованием биологических объектов.

Модуль отвечает на образовательный запрос впервые приступающих к исследовательской практике и практической работе в проектных группах над вопросами, связанными с генетическими технологиями.

Рабочая программа Модуля включает организационно-методический раздел, фонд оценочных средств для проведения текущей и промежуточной аттестации, методические указания для обучающихся по освоению модуля, описание учебно-методического обеспечения, используемых информационных технологий и материально-технической базы для осуществления образовательного процесса. В организационно-методическом разделе Модуля указано его место в структуре образовательной программы, дан перечень планируемых результатов обучения и описаны состав и структура модуля, фонда оценочных средств для проведения аттестации.

Основными задачами курса «Генетика и генетические технологии в промышленной биотехнологии» являются:

1. Основы биохимии и молекулярной генетики;
2. Метаболизм и регуляция;
3. Методы анализа геномов. Метагеномика. Биоинформатика;
4. Метаболическая инженерия;
5. Примеры использования биотехнологий;
6. Штаммы, музеи, патентование.

### **2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО:**

Дисциплина «Генетика и генетические технологии в промышленной биотехнологии» относится к дисциплинам обязательной части учебного плана по направлению подготовки 04.03.01 – Химия.

### **3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины (модуля)**

Элементы ПКС компетенций, формируемые данной дисциплиной:

**ПКС – 5.1.** Владеть навыками работы с биологическими базами данных; анализа рынка, оценки мировых трендов и позиционирования отечественных возможностей в развитии по данному направлению; определения путей развития биоэкономики с учетом проанализированных рисков.

**ПКС – 5.2.** Критически анализировать информацию в области генетических технологий, используемых в промышленных биотехнологиях и делать выводы, основываясь на полученной информации

В результате освоения курса студент должен:

**Знать:**

- современное состояние методов «редактирования» геномов микроорганизмов;
  - методы секвенирования и методы обработки данных секвенирования;
  - основы метода анализа дифференциальной экспрессии генов; теорию выравнивания последовательностей;
  - методологическую основу метаболической инженерии;
  - базовые принципы, критерии и параметры устойчивого развития;
  - позицию биоэкономики и ее роль в промышленных биотехнологиях;
  - основные принципы и компоненты биотехнологических процессов получения фармацевтических субстанций и лекарственных препаратов;
  - основные требования к микроорганизмам и микробным сообществам, используемым в биотехнологиях;
- основы метода и общую стратегию конструирования промышленных штаммов-продуцентов;
- предмет, цели и задачи технологии микробного синтеза клеточных метаболитов с использованием генетически измененных микроорганизмов и ферментационных аппаратов;
  - основы и теорию методов базовых лабораторных исследований в области генетической модификации промышленных микроорганизмов;
  - понятие метаболизма с точки зрения источника соединений с высоким рыночным потенциалом; мировые тренды развития биоэкономики; особенности биотехнологических процессов получения фармацевтических субстанций и лекарственных препаратов; потенциал переработки отечественного углеводородного сырья;
  - основы технологий, увеличивающих потенциал внутрипластовой энергии;
  - о потенциальных источниках загрязнения подземных вод и агентах по удалению биогенных элементов.

**Уметь:**

- разрабатывать стратегии современного конструирования штамма-продуцента;
  - проводить филогенетический анализ последовательностей;
- анализировать данные секвенирования нового поколения, читать и анализировать FASTQ файлы;
- делать выводы о роли биоэкономики в обеспечении устойчивого развития;
- аргументировать свою позицию по вопросу преимуществ и недостатков использования биотехнологий для решения проблем экологии;
- анализировать экономические, правовые и экологические аспекты биотехнологического производства фармацевтических субстанций и лекарственных препаратов;
  - работать с базами данных генетических последовательностей;
  - анализировать эффективность трансфекции выращенных колоний; выполнять анализ уровней экспрессии белка; проводить ПЦР-анализ для подтверждения структуры вставки генетической последовательности;
  - определять потенциал развития биоэкономики и её преимущества;
  - определять роль и перспективы развития биотехнологий в биоэкономике;
  - масштабировать разрабатываемые лабораторные технологии;

**Владеть:**

- интеграции полученных знаний в проектную задачу построения множественных выравниваний; работы с биологическими базами данных;
- анализа рынка, оценки мировых трендов и позиционирования отечественных возможностей в развитии по данному направлению;
- определения путей развития биоэкономики с учетом проанализированных рисков.
- работы в области генетической модификации промышленных микроорганизмов; проведе-

ния трансфекции плазмиды в клетку;

- оценивания компетентности клеток и эффективности трансфекции;
- разделения фрагментов ДНК методом гель электрофореза;
- работы методом амплификации фрагмента ДНК с плазмиды методом ПЦР;
- работы методом разрезания и сшивания молекулы ДНК;
- работы с программами просмотра, анализа и редактирования плазмид, банками генетических последовательностей; отбора рекомбинантного штамма по ферментативной активности.
- оценки эффективности процесса;
- анализа используемых технологий с точки зрения влияния на окружающую среду.

#### 4. Содержание и структура дисциплины (модуля)

**Таблица 1. Содержание дисциплины (модуля) «Генетика и генетические технологии в промышленной биотехнологии», перечень оценочных средств и контролируемых компетенций**

| № п/п | Наименование раздела дисциплины                                | Содержание раздела   | Код контролируемой компетенции   | Формы текущего контроля успеваемости |
|-------|--|--|--|--------------------------------------|
| 1.    | Введение в дисциплину. Основы биохимии и молекулярной генетики | <p>Понятие промышленной биотехнологии. Применение ферментов и микроорганизмов для промышленной переработки и производства химических соединений, материалов, топлива, биотехнологического получения фармацевтических субстанций и лекарственных препаратов. Общая характеристика подходов для создания новых практически полезных ферментов, микроорганизмов, сообществ микроорганизмов. Физико-химические особенности структуры нуклеиновых кислот. Кольцевые молекулы двойных спиралей ДНК, понятие о суперспирализации, ее биологическая роль в клетках микроорганизмов.</p> <p>Физико-химические особенности структуры и функционирования белков и ферментов. Механизмы ферментативного катализа и кинетика ферментативных реакций. Основные генетические процессы в</p> | <p><b>ПКС – 5.1.</b><br/>Владеть навыками работы с биологическими базами данных; анализа рынка, оценки мировых трендов и позиционирования отечественных возможностей в развитии по данному направлению; определения путей развития биоэкономики с учетом проанализированных рисков.</p> <p><b>ПКС – 5.2.</b><br/>Критически анализировать информацию в области генетических технологий, используемых в промышленных биотехнологиях и делать выводы, основываясь на полученной информации</p> | ДЗ Т РК К Д                          |

|    |                        |   |  |              |
|----|------------------------|---|--|--------------|
|    |                        | <p>клетках микроорганизмов и их регуляция. Механизмы репликации и контроль копийности плазмид. Механизмы общей и сайтспецифической рекомбинации. Транскрипция и ее регуляция на различных уровнях. Синтез белка – генетический код, механизм трансляции и ее регуляция. Стабильность РНК и белка в клетках бактерий.</p> <p>Методы генетического обмена. Генетическая трансформация, природная и индуцированная. Слияние протопластов. Конъюгация у бактерий. Лизогения и трансдукция, общая и специфическая.</p>   |  |              |
| 2. | Метаболизм и регуляция | <p>Метаболизм как источник соединений с высоким рыночным потенциалом. Метаболическая сеть. Общие представления о микробном метаболизме. Понятие катаболизма и анаболизма, общие метаболические предшественники, передача энергии в клетках. Пути гликолиза, цикл трикарбоновых кислот и окислительное фосфорилирование.</p> <p>Центральный метаболизм <i>Escherichia coli</i> при росте на глюкозе и других сахарах. Би-компонентные системы передачи сигналов на примере регуляции потребления азота, фосфора клетками <i>E.coli</i>.</p> <p>Бактериальный фотосинтез. Использование микроорганизмами одноуглеродных соединений в качестве источника углерода, метилотрофы, метанотрофы. Специфические</p> | <p><b>ПКС – 5.1.</b><br/>Владеть навыками работы с биологическими базами данных; анализа рынка, оценки мировых трендов и позиционирования отечественных возможностей в развитии по данному направлению; определения путей развития биоэкономики с учетом проанализированных рисков.</p> <p><b>ПКС – 5.2.</b><br/>Критически анализировать информацию в области генетических технологий, используемых в промышленных биотехнологиях и делать выводы, основываясь на полученной информации</p> | ДЗ Т Р К К Д |

|    |  |  |   |             |
|----|--|--|---|-------------|
|    |  | особенности молекулярной биологии дрожжей и мицелиальных грибов как представителей эукариот в микробиологической биотехнологии.<br>Механизмы регуляции метаболизма   |   |             |
| 3. | Методы анализа геномов. Метагеномика. Биоинформатика | Разнообразие и структура геномов прокариот и эукариот. Методы секвенирования первого, второго, третьего поколений. Методы обработки данных секвенирования. Картирование ридов. Поиск мутаций. Анализ дифференциальной экспрессии генов. Биологические базы данных. Поиск в биологических базах данных. Выравнивание последовательностей. Методы поиска гомологов. Методы метагеномики. Установление видового состава микробного сообщества. Сборка геномов и метагеномов | <b>ПКС – 5.1.</b><br>Владеть навыками работы с биологическими базами данных; анализа рынка, оценки мировых трендов и позиционирования отечественных возможностей в развитии по данному направлению; определения путей развития биоэкономики с учетом проанализированных рисков.<br><b>ПКС – 5.2.</b><br>Критически анализировать информацию в области генетических технологий, используемых в промышленных биотехнологиях и делать выводы, основываясь на полученной информации | ДЗ Т РК К Д |
| 4. | Редактирование геномов. Синтез генов                 | Методы генетической модификации микроорганизмов, мутагенез и селекция, генная инженерия, методы направленной модификации – метод обмена аллелей, рекомбиниринг - $\lambda$ -red, CRISPR-Cas системы редактирования. Разнообразие систем CRISPR-Cas. Инженерные белки для редактирования геномов. Цинковые пальцы, TALEN, мегануклеазы. Механизмы репарации ДНК. Офф-таргетные эффекты.   | <b>ПКС – 5.1.</b><br>Владеть навыками работы с биологическими базами данных; анализа рынка, оценки мировых трендов и позиционирования отечественных возможностей в развитии по данному направлению; определения путей развития биоэкономики с учетом проанализированных рисков.<br><b>ПКС – 5.2.</b>  | ДЗ Т РК К Д |



|    |                               |  |  |             |
|----|-------------------------------|--|--|-------------|
|    |                               |  | Критически анализировать информацию в области генетических технологий, используемых в промышленных биотехнологиях и делать выводы, основываясь на полученной информации  |             |
| 5. | Метаболическая инженерия      | Метаболическая инженерия – рождение и эволюция термина, современное определение; фундаментальная основа, но ярко выраженная прикладная направленность на индустриализацию получаемых практически значимых результатов. Стадии развития метаболической инженерии, их сущность, методологическая основа и принципиальные различия. Развитие и современное состояние методов «редактирования» геномов микроорганизмов | <p><b>ПКС – 5.1.</b><br/>Владеть навыками работы с биологическими базами данных; анализа рынка, оценки мировых трендов и позиционирования отечественных возможностей в развитии по данному направлению; определения путей развития биоэкономики с учетом проанализированных рисков.</p> <p><b>ПКС – 5.2.</b><br/>Критически анализировать информацию в области генетических технологий, используемых в промышленных биотехнологиях и делать выводы, основываясь на полученной информации</p> | ДЗ Т РК К Д |
| 6. | Понятие и основы биоэкономики | Определение биоэкономики, основные понятия и термины. Задачи и цели биоэкономики. Основные отрасли биоэкономики. Содержание отраслей биоэкономики и их развитие. Связь развития биоэкономики с повышением энергоэффективности, эффективным использованием отходов, развитием возобновляемой энергетики на основе биомассы, экологизацией промышленного   | <p><b>ПКС – 5.1.</b><br/>Владеть навыками работы с биологическими базами данных; анализа рынка, оценки мировых трендов и позиционирования отечественных возможностей в развитии по данному направлению; определения путей развития биоэкономики с учетом проанализированных</p>  | ДЗ Т РК К Д |

|    |   |   |  |             |
|----|---|---|--|-------------|
|    |   | сектора, повышением устойчивости сельского хозяйства, производством новых продуктов питания, развитием медицинских технологий и получением лекарственных средств. Преимущества биоэкономики. Определение возможностей и потенциала развития биоэкономики - мировые тренды и методы их оценки. Пример анализа рынка с позиции научно-технического и технологического уровня, а также с оценкой перспектив отечественных производственных возможностей. Биоэкономика в России. Роль и место биотехнологий в биоэкономике. Внедрение в промышленность и их применение. | рисков.<br><b>ПКС – 5.2.</b><br>Критически анализировать информацию в области генетических технологий, используемых в промышленных биотехнологиях и делать выводы, основываясь на полученной информации  |             |
| 7. | ESG и устойчивое развитие. Органическая продукция | <p>Понятие ESG. Параметры и критерии. Базовые принципы ESG и их важность. Влияние ESG-инвестиций на рынок. ESG-интеграция, оценка рисков и возможностей. Способы внедрения принципов ESG.</p> <p>Актуальные экологические проблемы. Биотехнологий как способ влияния на актуальные проблемы экологии. Процесс усовершенствования химических процессов в соответствии с сокращением негативного влияния на окружающую среду.</p> <p>Национальные проекты и перспективы дальнейшего внедрения принципов ESG. Органическая продукция - суть, распределение.</p>        | <p><b>ПКС – 5.1.</b><br/>Владеть навыками работы с биологическими базами данных; анализа рынка, оценки мировых трендов и позиционирования отечественных возможностей в развитии по данному направлению; определения путей развития биоэкономики с учетом проанализированных рисков.</p> <p><b>ПКС – 5.2.</b><br/>Критически анализировать информацию в области генетических технологий, используемых в промышленных биотехнологиях и делать выводы, основываясь на полученной информации</p> | ДЗ Т РК К Д |
| 8. | Примеры использо-                                 | Основные направления  | <b>ПКС – 5.1.</b>  | ДЗ Т РК К Д |

|  |                            |   |   |  |
|--|----------------------------|---|---|--|
|  | <p>вания биотехнологий</p> | <p>и примеры использования биотехнологий в различных отраслях. Условия применения и перспективы развития.</p> <p>Сельское хозяйство. Конверсия растительного сырья. Получение растительного сырья с требуемыми свойствами. Вопросы семеноводства, агротехники и состояние плодородия почвы и способы их решения.</p> <p>Животноводство и птицеводство. Применение современных биотехнологий для создания качественного племенного стада с использованием методов применения геномных технологий для совершенствования коммерческих и сохранения генофондных пород крупного рогатого скота (или других животных) России. Пищевая, целлюлозно-бумажная, кожевенная и текстильная промышленность. Значение биопрепаратов в добыче углеводородного сырья и потенциале его переработки.</p> <p>Роль биотехнологий в производстве фармацевтической продукции и в области здравоохранения.</p> <p>Биотехнологическое получение антимикробных препаратов, биологически активных соединений, пробиотиков и пребиотиков, витаминов, аминокислот и белков, липидов, стероидов, полисахаридов.</p> <p>Использование рекомбинантных микроорганизмов для получения лекар-</p> | <p>Владеть навыками работы с биологическими базами данных; анализа рынка, оценки мировых трендов и позиционирования отечественных возможностей в развитии по данному направлению; определения путей развития биоэкономики с учетом проанализированных рисков.</p> <p><b>ПКС – 5.2.</b></p> <p>Критически анализировать информацию в области генетических технологий, используемых в промышленных биотехнологиях и делать выводы, основываясь на полученной информации</p> |  |
|--|----------------------------|---|---|--|

|     |  |   |  |             |
|-----|--|---|--|-------------|
|     |  | ственных средств.   |  |             |
| 9.  | Штаммы, музеи, патентование                          | <p>Понятие и группы штаммов. Характерные особенности штамма. Требования к выбору штамма.</p> <p>Отбор и модификация промышленных штаммов-продуцентов фармацевтических субстанций и лекарственных препаратов.</p> <p>Работа со штаммами. Представление о подготовке посевного материала, подготовке питательных сред, процессе ферментации с контролем ее проведения. Формирование представления о процессе очистки культуральной жидкости, концентрации и получении готовых препаратов в формах.</p> <p>Подходы к выделению и очистке биологически активных соединений и лекарственных средств. Музеи штаммов на промышленных предприятиях. Патентование штаммов и их депонирование в уполномоченных коллекциях. Цель и задачи. Суть процедуры. Три формы депонирования - особенности использования.</p> <p>Российская Федерация - крупнейшая биотехнологическая держава. Предпосылки становления и препятствия на пути реализации.</p> | <p><b>ПКС – 5.1.</b></p> <p>Владеть навыками работы с биологическими базами данных; анализа рынка, оценки мировых трендов и позиционирования отечественных возможностей в развитии по данному направлению; определения путей развития биоэкономики с учетом проанализированных рисков.</p> <p><b>ПКС – 5.2.</b></p> <p>Критически анализировать информацию в области генетических технологий, используемых в промышленных биотехнологиях и делать выводы, основываясь на полученной информации</p> | ДЗ Т РК К Д |
| 10. | Аппаратное оформление микробиологических производств | <p>Аппаратное оформление микробиологических производств. Общее представление о всей цепочке технологического процесса. Процесс биотехнологических производств.</p> <p>Особенности биотехнологических процессов получения фармацевтических субстанций и лекарственных</p>  | <p><b>ПКС – 5.1.</b></p> <p>Владеть навыками работы с биологическими базами данных; анализа рынка, оценки мировых трендов и позиционирования отечественных возможностей в развитии по данному направле-</p>  | ДЗ Т РК К Д |

|     |  |  |   |             |
|-----|--|--|---|-------------|
|     |  | <p>ных препаратов. Описание необходимого оборудования для производства любых биопрепаратов. Выделение и очистка продуктов биотехнологий - методы и характерные особенности. Понятие регламента. Особенности лабораторного и промышленного регламента. Трудности масштабирования – путь от лабораторного до промышленного регламента.</p> <p>Нормативные документы, регламентирующие биотехнологические производства фармацевтического профиля. Требования лабораторной, клинической и производственной практики в биотехнологическом фармацевтическом производстве. Системы GLP, GCP и GMP.</p>                              | <p>нию; определения путей развития биоэкономики с учетом проанализированных рисков.</p> <p><b>ПКС – 5.2.</b> Критически анализировать информацию в области генетических технологий, используемых в промышленных биотехнологиях и делать выводы, основываясь на полученной информации</p>  |             |
| 11. | Биогеотехнологии и защита окружающей среды | <p>Биогеотехнология. Определение биогеотехнологии и биогидрометаллургии, основные понятия, термины. Технологии получения цветных и благородных металлов из сульфидных руд. Основные принципы, лежащие в основе биогидрометаллургических технологий. Разнообразие микроорганизмов, используемых в биогеотехнологических процессах (таксономические и физиологические группы), их биогеохимическая и биотехнологическая роль. Механизмы взаимодействия микроорганизмов с сульфидными минералами руд. Биотехнологии получения металлов из руд. История развития. Основные технологические процессы. Опыт практического при-</p> | <p><b>ПКС – 5.1.</b> Владеть навыками работы с биологическими базами данных; анализа рынка, оценки мировых трендов и позиционирования отечественных возможностей в развитии по данному направлению; определения путей развития биоэкономики с учетом проанализированных рисков.</p> <p><b>ПКС – 5.2.</b> Критически анализировать информацию в области генетических технологий, используемых в промышленных биотехнологиях и делать выводы, основываясь на получен-</p> | ДЗ Т РК К Д |

|  |  |  |                |  |
|--|--|--|----------------|--|
|  |  | <p>менения биогидрометаллургических технологий. Перспективы развития новых направлений в биогидрометаллургии и внедрения новых биогидрометаллургических технологий. Биотехнологии для решения природоохранных проблем в горнометаллургическом комплексе (очистка сточных вод от сульфатов, ионов металлов, цианидов и тиоцианатов).</p> <p>Микробиологические методы повышения нефтеотдачи. Определение нефтяной микробиологии, и ее основных задач. Микробиологические методы повышения нефтеотдачи в общем процессе разработки нефтяного месторождения. Специфические физико-химические факторы, характерные для нефтяных месторождений. Основные функциональные группы микроорганизмов нефтяных пластов. Классическая схема трофической цепи заводняемого нефтяного пласта. Диссимиляционная сульфатредукция, осуществляемая на месторождениях нефти анаэробными гетеро- и автотрофными микроорганизмами. Типы метаногенеза в нефтяных пластах. Нефтевытесняющие метаболиты, их классификация и принцип действия в нефтяном пласте. Классификация и принцип выбора биотехнологий повышения нефтеотдачи пластов. Способ подавления жизнедеятельности сульфатредуцирующих бактерий и снижение сероводорода в пластовых флюидах. Понятие биоремедиация</p> | ной информации |  |
|--|--|--|----------------|--|

|  |  |   |  |  |
|--|--|---|--|--|
|  |  | <p>почв и водоемов. Угледородородокисляющие микроорганизмы – особенности метаболизма. Факторы, влияющие на скорость самоочищения почвы и эффективность применения биопрепаратов в почве и водной среде. Параметры, по которым различаются биопрепараты для биоремедиации почв и водоемов. Источники загрязнения почв, поверхностных и грунтовых вод радионуклидами и тяжелыми металлами. Способы захоронения жидких радиоактивных отходов. Какие физиологические группы микроорганизмов являются перспективными агентами для создания биогеохимического барьера на пути движения подземных вод, загрязненных компонентами жидких радиоактивных отходов. Влияние микроорганизмов на снижение миграции макрокомпонентов жидких РАО с током подземных вод.</p> |  |  |
|--|--|---|--|--|

**Структура дисциплины (модуля) «ГЕНЕТИКА И ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОМЫШЛЕННОЙ БИОТЕХНОЛОГИИ»**

**Таблица 2. Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц (144 часов)**

| Вид работы                         | Трудоемкость, часов |
|------------------------------------|---------------------|
| Форма обучения                     | <b>ОФО</b>          |
| <b>Общая трудоемкость</b>          | <b>144</b>          |
| <b>Контактная работа:</b>          | <b>90</b>           |
| Лекции (Л)                         | 30                  |
| Практические занятия (ПЗ)          |                     |
| Семинарские занятия (СЗ)           | 30                  |
| Лабораторные работы (ЛР)           | 30                  |
| <b>Самостоятельная работа:</b>     | <b>45</b>           |
| Расчетно-графическое задание (РГЗ) |                     |
| Реферат (Р)                        | 10                  |
| Эссе (Э)                           |                     |
| Контрольная работа (К)             | 10                  |
| Самостоятельное изучение разделов  | 25                  |

| Вид работы  | Трудоемкость, часов |
|---|---------------------|
| Форма обучения                                    | <b>ОФО</b>          |
| Курсовая работа (КР)                              |                     |
| Курсовой проект (КП)                              |                     |
| Подготовка и прохождение промежуточной аттестации | <b>9</b>            |
| <b>Вид итоговой аттестации</b>                    | зачет               |

**Таблица 3. Лекционные занятия**

| № п/п | Тема  |
|-------|---|
| 1     | Введение в дисциплину. Основы биохимии и молекулярной генетики. |
| 2     | Метаболизм и регуляция  |
| 3     | Методы анализа геномов. Метагеномика. Биоинформатика            |
| 4     | Редактирование геномов. Синтез генов                            |
| 5     | Метаболическая инженерия.                                       |
| 6     | Понятие и основы биоэкономики                                   |
| 7     | ESG и устойчивое развитие. Органическая продукция               |
| 8     | Примеры использования биотехнологий                             |
| 9     | Штаммы, музеи, патентование                                     |
| 10    | Аппаратное оформление микробиологических производств            |
| 11    | Биогеотехнологии и защита окружающей среды                      |

**Таблица 4. Практические занятия (семинарские занятия) - не предусмотрены**

**Таблица 5. Лабораторные работы по дисциплине (модулю)**

| №  | Т е м ы  |
|----|--|
| 1  | Проведение трансфекции плазмиды в клетку, оценивание компетентности клеток и эффективности трансфекции, скорости наработки белка, разрезание и сшивание молекулы ДНК, использование метода ПЦР, работа с программами просмотра, анализа и редактирования плазмид, банками генетических последовательностей   |
| 2  | Трансформация штамма <i>Bacillus subtilis</i> плазмидой, содержащей гена альфа-амилазы под сильным промотором. Отбор рекомбинантного штамма по амилазной активности. ПЦР-анализ для подтверждения структуры вставки. Культивирование модифицированного штамма в колбе или лабораторном ферментере. Измерение ростовых характеристик культуры, её амилазной активности. |
| 3  | Получение штамма <i>Escherichia coli</i> , содержащего lux - оперон из <i>Photobacterium luminescens</i> и его использование для экологического мониторинга  |
| 4  | Белок-нуклеиновое узнавание, регуляторные белки  |
| 5  | Регуляция метаболизма  |
| 6  | Методы анализа геномов   |
| 7  | Библиотеки промоторов, терминаторов и связывания с рибосомами  |
| 8  | Метаболическая инженерия   |
| 9  | Подготовка к лабораторным работам  |
| 10 | C-1 платформа  |
| 11 | ESG и устойчивое развитие  |
| 12 | Экскурсия-практикум  |
| 13 | Биогеотехнологии и защита окружающей среды   |

**Таблица 6. Самостоятельное изучение разделов дисциплины (модуля)**



|   |   |
|---|---|
| 1 | Библиотеки промоторов, терминаторов и связывания с рибосомами |
| 2 | Подготовка к лабораторным работам                             |
| 3 | C-1 платформа   |
| 4 | ESG и устойчивое развитие                                     |

### **5. Оценочные материалы для текущего и рубежного контроля успеваемости и промежуточной аттестации (контролируемые компетенции ПКС-5.1, ПКС-5.2)**

Конечными результатами освоения программы дисциплины являются сформированные когнитивные дескрипторы «знать», «уметь», «владеть», расписанные по отдельным компетенциям. Формирование этих дескрипторов происходит в течение всего семестра по этапам в рамках различного вида занятий и самостоятельной работы.

В ходе изучения дисциплины предусматриваются **текущий, рубежный контроль и промежуточная аттестация.**

**5.1. Оценочные материалы для текущего контроля.** Цель текущего контроля – оценка результатов работы в семестре и обеспечение своевременной обратной связи, для коррекции обучения, активизации самостоятельной работы обучающегося. Объектом текущего контроля являются конкретизированные результатом обучения (учебные достижения) по дисциплине

**Текущий контроль** успеваемости обеспечивает оценивание хода освоения дисциплины «Генетика и генетические технологии в промышленной биотехнологии» и включает: ответы на теоретические вопросы на практическом занятии, решение практических задач и выполнение заданий на практическом занятии, самостоятельное выполнение индивидуальных домашних заданий (например, решение задач) с отчетом (защитой) в установленный срок, написание докладов, рефератов, дискуссии.

Оценка качества подготовки на основании выполненных заданий ведется преподавателем (с обсуждением результатов), баллы начисляются в зависимости от сложности задания

**Вопросы по темам дисциплины «Генетика и генетические технологии в промышленной биотехнологии» (контролируемые компетенции ПКС-5.1, ПКС-5.2):**

**Форма контроля:** аналитическая записка

| № | Примерные темы аналитических записок   |
|---|--|
| 1 | Успешные примеры изменения метаболизма и регуляции биосинтетических генов для решения задач системной метаболической инженерии (Metabolic grafting, Retrosynthesis Metabolic Control Engineering и др.).   |
| 2 | Основы и понятия биоэкономики как науки. Проведение анализа рынка, оценка мировых трендов и позиционирование отечественных возможностей. Предложить пути развития биоэкономики с учетом рисков. Указать возможные пути их решения.   |
| 3 | Биоремедиация. Провести сравнительный анализ технологии биоремедиации, применяемой для защиты окружающей среды, с традиционным методом очистки, выполняющим аналогичную задачу. Указать достоинства и недостатки. Предложить решения по устранению недостатков в применении современной биотехнологии. |
| 4 | Сравнить с использованием научной литературы природные и генномодифицированные штаммы-продуценты одного из витаминов по выбору студента.   |

### **Критерии формирования оценок (оценивания) устного опроса**

Устный опрос является одним из основных способов учёта знаний обучающегося по дисциплине «Генетика и генетические технологии в промышленной биотехнологии». Развёрнутый ответ студента должен представлять собой связное, логически последовательное сообщение на заданную тему, показывать его умение применять определения.

**В результате устного опроса знания, обучающегося оцениваются по следующей шкале:**

**3 балла**, ставится, если обучающийся:

- 1) Полно излагает изученный материал, даёт правильное определение понятий;
- 2) обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры не только по учебнику, но и самостоятельно составленные;
- 3) излагает материал последовательно и правильно с точки зрения норм литературного языка.

**2 балла**, ставится, если обучающийся даёт ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для балла «1», но допускает 1-2 ошибки, которые сам же исправляет, и 1-2 недочёта в последовательности и языковом оформлении излагаемого.

**1 балл**, ставится, если обучающийся обнаруживает знание и понимание основных положений данной темы, но:

- 1) излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий;
- 2) не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры;
- 3) излагает материал непоследовательно и допускает ошибки в языковом оформлении излагаемого.

**0 баллов**, ставится, если обучающийся обнаруживает незнание большей части соответствующего раздела изучаемого материала, допускает ошибки в формулировке.

Баллы «1», «2», «3» могут ставиться не только за единовременный ответ, но и за рассредоточенный во времени, т.е. за сумму ответов, данных студентом на протяжении занятия.

### **5.1.2. Оценочные материалы для самостоятельной работы обучающегося (типовые задачи) (контролируемые компетенции ПКС-5.1, ПКС-5.2):**

Перечень типовых задач для самостоятельной работы сформирован в соответствии с тематикой лабораторных занятий по дисциплине «Генетика и генетические технологии в промышленной биотехнологии»

| № | Примерные темы  |
|---|---|
| 1 | Для последовательности белка SpCas9 (идентификатор в базе данных GenBank Q99ZW2.1) найдите путем поиска в базах данных ряд белков гомологов с идентичностью последовательности не менее 70%. Постройте множественное выравнивание. Путем поиска и анализа научной литературы определите фрагмент/домен белка, отвечающий за связывание РАМ-последовательности ДНК CRISPR-Cas комплексом. Используя множественное выравнивание, проанализируйте вариабельность этого домена у разных видов бактерий. |

|   |  |
|---|--|
| 2 | ESG. Выберите компанию, которая реализует процессы, связанные с использованием промышленных биотехнологий. Сделайте общую оценку его эффективности по ESG-факторам. Уделите особое внимание следующим характеристикам: влияние на окружающую среду (атмосферу, гидросферу, литосферу), обращение с отходами, риски, безопасность применения технологии. Выявите проблемные области. Предложите стратегию дальнейшего развития, с условием решения выявленных проблем. Оцените потенциал дальнейшего применения анализируемой технологии.   |
| 3 | Проанализируйте проект, над которым вы самостоятельно работаете в рамках модуля “Генетика и генетические технологии в промышленной биотехнологии”. Оцените ваш проект с точки зрения его влияния на окружающую среду и/или возможных рисков его реализации. В случае выявления негативного влияния, адаптируйте необходимые критерии в соответствии с принципами и критериями устойчивого развития. В случае выявления рисков, предложите варианты по их снижению или устранению.  |
|   | <p>На основе полученных результатов при необходимости скорректируйте стратегию дальнейшего планирования и выполнения проекта;</p> <p>или проанализируйте проблему существующего производства, предложенные им способы решения, а также ваше предложение по решению проблем или снижению рисков их возникновения.</p> <p>Например:</p> <p>Проблема - влияние процессов горнорудной компании «Полиметалл» на окружающую среду.</p> <p>Решение - компания декларирует приверженность ESG-принципам и с каждым годом увеличивает свои вложения в экологические проекты:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- непрерывный мониторинг состояния окружающей среды вблизи расположения предприятий и проведение мероприятий по ее сохранению;</li> <li>- постепенный переход к использованию сухого складирования отходов от горнодобывающей и обрабатывающей промышленности от традиционного возведения дамб с целью снижения рисков, связанных с утечками и авариями.</li> </ul> <p>Результат - итогом постоянно проводимых мероприятий по соблюдению ESG-принципов компания «Полиметалл» четвертый раз подряд занимает первое место в рэнкинге.</p> <p>Какие биотехнологии могли бы также помочь компании закрепить свой результат?</p> |

***Критерии формирования оценок по заданиям для самостоятельной работы студента ( типовые задачи):***

«отлично» (3 балла) - обучающийся показал глубокие знания материала по поставленным вопросам, грамотно, логично его излагает, структурировал и детализировал информацию, избегая простого повторения информации из текста, информация представлена в переработанном виде. Свободно использует необходимые формулы при решении задач;

«хорошо» (2 балла) - обучающийся твердо знает материал, грамотно его излагает, не допускает существенных неточностей в процессе решения задач;

«удовлетворительно» (1балл) - обучающийся имеет знания основного материала по поставленным вопросам, но не усвоил его деталей, допускает отдельные неточности при решении задач;

**«неудовлетворительно»** (менее 1 балла) – обучающийся допускает грубые ошибки в ответе на поставленные вопросы и при решении задач.

### 5.1.3. *Оценочные материалы для выполнения рефератов*

**Примерные темы рефератов по дисциплине «Генетика и генетические технологии в промышленной биотехнологии» (контролируемые компетенции ПКС-5.1, ПКС-5.2):**

1. Физико-химические особенности структуры нуклеиновых кислот. Физикохимические особенности структуры и функционирования белков и ферментов.
2. Механизмы ферментативного катализа и кинетика ферментативных реакций.
3. Распределение основных отраслей хозяйства. Описание примера(ов) использования биотехнологий в рамках выбранной отрасли.
4. Отходы. Отходы - негативный результат промышленности или ценный ресурс. Раскрыть тему на конкретном примере
5. Микробиологический синтез лекарственного препарата. Раскрыть тему на конкретном примере

### **Методические рекомендации по написанию реферата**

**Реферат** – продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой краткое изложение в письменном виде полученных результатов теоретического анализа определенной научной (учебно-исследовательской) темы, где автор раскрывает суть исследуемой проблемы, приводит различные точки зрения, а также собственные взгляды на нее.

Изложенное понимание реферата как целостного авторского текста определяет критерии его оценки: новизна текста; обоснованность выбора источника; степень раскрытия сущности вопроса; соблюдения требований к оформлению.

**Требования к реферату:** Общий объем реферата 20 листов (шрифт 14 Times New Roman, 1,5 интервал). Поля: верхнее, нижнее, правое, левое – 20мм. Абзацный отступ – 1,25; Рисунки должны создаваться в циклических редакторах или как рисунок Microsoft Word (сгруппированный). Таблицы выполнять табличными ячейками Microsoft Word. Сканирование рисунков и таблиц не допускается. Выравнивание текста (по ширине страницы) необходимо выполнять только стандартными способами, а не с помощью пробелов. Размер текста в рисунках и таблицах – 12 кегль

Обязательно наличие: содержания (структура работы с указанием разделов и их начальных номеров страниц), введения (актуальность темы, цель, задачи), основных разделов реферата, заключения (в кратком, резюмированном виде основные положения работы), списка литературы с указанием конкретных источников, включая ссылки на Интернет-ресурсы.

В тексте ссылка на источник делается путем указания (в квадратных скобках) порядкового номера цитируемой литературы и через запятую – цитируемых страниц. **Уровень оригинальности текста – 60%.**

### **Критерии оценки реферата:**

**«отлично»** (4 балла) ставится, 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 объем, соблюдены требования к внешнему оформлению, даны правильные ответы на дополнительные вопросы. Обучающийся проявил инициативу, творческий подход, способность к выполнению сложных заданий, организационные способности. Отмечается способность к публичной коммуникации. Документация представлена в срок. Полностью оформлена в соответствии с требованиями

**«хорошо»** (3 балла) – выполнены 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 объем реферата; имеются упущения в оформлении; на дополнительные вопросы при защите даны

неполные ответы. Обучающийся достаточно полно, но без инициативы и творческих находок выполнил возложенные на него задачи. Документация представлена достаточно полно и в срок, но с некоторыми недоработками

*«удовлетворительно»* (2 балла) – имеются существенные отступления от требований к реферированию. В частности, тема освещена лишь частично; допущены фактические ошибки в содержании реферата или при ответе на дополнительные вопросы; во время защиты отсутствует вывод. Обучающийся выполнил большую часть возложенной на него работы. Допущены существенные отступления. Документация сдана со значительным опозданием (более недели). Отсутствуют отдельные фрагменты.

*«неудовлетворительно»* (менее 1 балла) – тема реферата не раскрыта, обнаруживается существенное непонимание проблемы. Обучающийся не выполнил свои задачи или выполнил лишь отдельные несущественные поручения. Документация не сдана.

#### 5.1.4. Перечень примерных вопросов к экзамену (контролируемые компетенции ПКС-5.1, ПКС-5.2):

1. Основные генетические процессы в клетках микроорганизмов и их регуляция.
2. Механизмы общей и сайт-специфической рекомбинации
3. Транскрипция и ее регуляция на различных уровнях.
4. Методы генетического обмена
5. Генетическая трансформация, природная и индуцированная.
6. Общие представления о микробном метаболизме. Понятие катаболизма и анаболизма, общие метаболические предшественники, передача энергии в клетках.
7. Центральные метаболизм *E.coli* при росте на глюкозе и других сахарах.
8. Разнообразие и структура геномов прокариот и эукариот.
9. Методы секвенирования первого, второго, третьего поколений.
10. Методы обработки данных секвенирования. Картирование ридов. Поиск мутаций.
11. Анализ дифференциальной экспрессии генов.
12. Биологические базы данных. Поиск в биологических базах данных.
13. Метаболическая инженерия – определение; фундаментальная направленность исследований и их практическая значимость. Этапы развития, методологическая основа и принципиальные различия.
14. Примеры выдающихся успехов современной метаболической инженерии (создание продуцентов аминокислот, известные мономеры для синтеза полимеров (1,3-пропандиол), антибиотиков (7-ADCA), искусственные мономеры для синтеза полимеров (1,4-бутандиол), артемизинин, биотопливо (изо-бутанол)).
15. Современные методы редактирования геномов микроорганизмов. От плазмидных модификаций до рандомизации целевых последовательностей в хромосоме на основе рекомбининга с селекцией (устойчивость к антибиотикам) и контра-селекцией (SacB, I-SceI, CRISPR/Cas).
16. Краткая характеристика компонентов современного этапа исследований системной метаболической инженерии
17. Определение, задачи и цели биоэкономики.
18. Отрасли биоэкономики. Их содержание и развитие.
19. Практическое применение и влияние биоэкономики на производственные процессы.
20. Потенциала развития биоэкономики в мире - тренды и возможности.
21. Отечественные возможности развития биоэкономики (с позиции научно-технического, технологического уровня, с оценкой перспектив отечественных производственных возможностей).
22. Роль и место биотехнологий в биоэкономике.
23. Двойное применение биотехнологий.
24. Биологическая безопасность. Контроль, негативные сценарии, способы предотвращения.
25. Условия применения биотехнологий в различных отраслях и перспективы их развития.

26. Значение биопрепаратов в добыче углеводородного сырья и потенциале его переработки.
27. Влияние ESG на рынок - оценка рисков, интеграция, возможности.
28. Индикаторы устойчивого развития. Формирование и роль рейтинга.
29. Определение штаммов, их группы и характерные особенности.
30. Цепочка технологического процесса.
31. Необходимое оборудование для производства биопрепаратов.
32. Методы выделения и очистки продуктов биотехнологий.
33. Понятие лабораторный регламент. Характерные особенности.
34. Понятие промышленного регламента. Характерные особенности.
35. Трудности масштабирования технологии в условиях крупнотоннажного производства.

***Критерии формирования оценок по промежуточной аттестации:***

**«отлично»** (30 баллов) – получают обучающиеся, которые свободно ориентируются в материале и отвечают без затруднений. Обучающийся способен к выполнению сложных заданий, постановке целей и выборе путей их реализации. Работа выполнена полностью без ошибок, решено 100% заданий;

**«хорошо»** (20 баллов) – получают обучающиеся, которые относительно полно ориентируются в материале, отвечают без затруднений, допускают незначительное количество ошибок. Обучающийся способен к выполнению сложных заданий. Работа выполнена полностью, но имеются не более одной негрубой ошибки и одного недочета, не более трех недочетов. Допускаются незначительные неточности при решении задач, решено 70% задач;

**«удовлетворительно»** (10 баллов) – получают обучающиеся, у которых недостаточно высок уровень владения материалом. В процессе ответа на экзамене допускаются ошибки и затруднения при изложении материала. Обучающийся правильно выполнил не менее 2/3 всей работы или допустил не более одной грубой ошибки и двух недочетов, не более одной грубой и одной негрубой ошибки, не более трех негрубых ошибок, одной негрубой. Обучающийся затрудняется с правильной оценкой предложенной задачи, дает неполный ответ, решено 55% задач;

**«неудовлетворительно»** (менее 10 баллов) – получают обучающиеся, которые допускают значительные ошибки. Обучающийся имеет лишь начальную степень ориентации в материале. В работе число ошибок и недочетов превысило норму для оценки 3 или правильно выполнено менее 2/3 всей работы. Обучающийся дает неверную оценку ситуации, решено менее 50% задач.

**6. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности**

Максимальная сумма (100 баллов), набираемая студентом по дисциплине включает две составляющие:

– *первая составляющая* – оценка регулярности, своевременности и качества выполнения студентом учебной работы по изучению дисциплины в течение периода изучения дисциплины (семестра, или нескольких семестров) (сумма – не более 70 баллов). Баллы, характеризующие успеваемость студента по дисциплине, набираются им в течение всего периода обучения за изучение отдельных тем и выполнение отдельных видов работ.

– *вторая составляющая* – оценка знаний студента по результатам промежуточной аттестации (не более 30 –баллов).

Критерием оценки уровня сформированности компетенций в рамках учебной дисциплины является экзамен.

***Целью промежуточных аттестаций*** по дисциплине является оценка качества освоения дисциплины обучающимися.

***Критерии оценки качества освоения дисциплины***

**Оценка «отлично» – от 91 до 100 баллов** – теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы. Все предусмотренные программой обучения учебные

задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному. На экзамене студент демонстрирует глубокие знания предусмотренного программой материала, умеет четко, лаконично и логически последовательно отвечать на поставленные вопросы.

**Оценка «хорошо» – от 81 до 90 баллов** – теоретическое содержание курса освоено, необходимые практические навыки работы сформированы, выполненные учебные задания содержат незначительные ошибки. На экзамене студент демонстрирует твердое знания основного (программного) материала, умеет четко, грамотно, без существенных неточностей отвечать на поставленные вопросы.

**Оценка «удовлетворительно» – от 61 до 80 баллов** – теоретическое содержание курса освоено не полностью, необходимые практические навыки работы сформированы частично, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки. На экзамене студент демонстрирует знание только основного материала, ответы содержат неточности, слабо аргументированы, нарушена последовательность изложения материала

**Оценка «неудовлетворительно» – от 36 до 60 баллов** – теоретическое содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки, дополнительная самостоятельная работа над материалом курса не приведет к существенному повышению качества выполнения учебных заданий. На экзамене студент демонстрирует незнание значительной части материала, существенные ошибки в ответах на вопросы, неумение ориентироваться в материале, незнание основных понятий дисциплины.

**Типовые задания, обеспечивающие формирование компетенций ПКС-5.1, ПКС-5.2 представлены в таблице 7.**

**Таблица 7. Результаты освоения учебной дисциплины, подлежащие проверке**

| Результаты обучения (компетенции)  | Основные показатели оценки результатов обучения  | Вид оценочного материала, обеспечивающие формирование компетенций   |
|--|--|---|
| <p><b>ПКС – 5.1.</b> Владеть навыками работы с биологическими базами данных; анализа рынка, оценки мировых трендов и позиционирования отечественных возможностей в развитии по данному направлению; определения путей развития биоэкономики с учетом проанализированных рисков.</p> <p><b>ПКС – 5.2.</b> Критически анализировать информацию в области генетических технологий, используемых в промышленных биотехнологиях и делать выводы, основываясь на полученной информации</p> | <p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- современное состояние методов «редактирования» геномов микроорганизмов;</li> <li>- методы секвенирования и методы обработки данных секвенирования;</li> <li>- основы метода анализа дифференциальной экспрессии генов; теорию выравнивания последовательностей;</li> <li>- методологическую основу метаболической инженерии;</li> <li>- базовые принципы, критерии и параметры устойчивого развития;</li> <li>- позицию биоэкономики и ее роль в промышленных биотехнологиях;</li> <li>- основные принципы и компоненты биотехнологических процессов получения фарма-</li> </ul> | Типовые оценочные материалы для устного опроса (раздел 5.1.1)   |
|  |  | Типовые оценочные материалы для устного опроса (раздел 5.1.1)<br>типовые тестовые задания (раздел 5.2.2.);<br>примерные темы докладов (раздел 5.1.5);<br>типовые оценочные материалы к экзамену (раздел 5.2.) |
|  |  | Типовые оценочные материалы для устного опроса (раздел 5.1.1)<br>типовые тестовые задания (раздел 5.2.2.);<br>примерные темы докладов (раздел 5.1.5);<br>типовые оценочные материалы к экзамену (раздел 5.2.) |

|  |  |  |
|--|--|--|
|  | <p>цевтических субстанций и лекарственных препаратов;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные требования к микроорганизмам и микробным сообществам, используемым в биотехнологиях;</li> </ul> <p>основы метода и общую стратегию конструирования промышленных штаммов-продуцентов;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- предмет, цели и задачи технологии микробного синтеза клеточных метаболитов с использованием генетически измененных микроорганизмов и ферментационных аппаратов;</li> <li>- основы и теорию методов базовых лабораторных исследований в области генетической модификации промышленных микроорганизмов;</li> <li>- понятие метаболизма с точки зрения источника соединений с высоким рыночным потенциалом; мировые тренды развития биоэкономики; особенности биотехнологических процессов получения фармацевтических субстанций и лекарственных препаратов; потенциал переработки отечественного углеводородного сырья;</li> <li>- основы технологий, увеличивающих потенциал внутрипластовой энергии;</li> <li>- о потенциальных источниках загрязнения подземных вод и агентах по удалению биогенных элементов.</li> </ul> <p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- разрабатывать стратегии современного конструирования штамма-продуцента;</li> <li>- проводить филогенетический анализ последовательностей; анализировать данные секвенирования нового поколения, читать и анализировать</li> </ul> |  |
|--|--|--|



|  |   |  |
|--|---|--|
|  | <p>FASTQ файлы;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- делать выводы о роли биоэкономики в обеспечении устойчивого развития;</li> <li>аргументировать свою позицию по вопросу преимуществ и недостатков использования биотехнологий для решения проблем экологии;</li> <li>- анализировать экономические, правовые и экологические аспекты биотехнологического производства фармацевтических субстанций и лекарственных препаратов;</li> <li>- работать с базами данных генетических последовательностей;</li> <li>- анализировать эффективность трансфекции выращенных колоний; выполнять анализ уровней экспрессии белка; проводить ПЦР-анализ для подтверждения структуры вставки генетической последовательности;</li> <li>- определять потенциал развития биоэкономики и её преимущества;</li> <li>- определять роль и перспективы развития биотехнологий в биоэкономике;</li> <li>- масштабировать разрабатываемые лабораторные технологии;</li> </ul> <p><b>Владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- интеграции полученных знаний в проектную задачу построения множественных выравниваний; работы с биологическими базами данных;</li> <li>- анализа рынка, оценки мировых трендов и позиционирования отечественных возможностей в развитии по данному направлению;</li> <li>- определения путей развития биоэкономики с учетом проанализи-</li> </ul> |  |
|--|---|--|

|  |  |  |
|--|--|--|
|  | <p>рованных рисков.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- работы в области генетической модификации промышленных микроорганизмов; проведения трансфекции плазмиды в клетку;</li> <li>- оценивания компетентности клеток и эффективности трансфекции;</li> <li>- разделения фрагментов ДНК методом гель электрофореза;</li> <li>- работы методом амплификации фрагмента ДНК с плазмиды методом ПЦР;</li> <li>- работы методом разрезания и сшивания молекулы ДНК;</li> <li>- работы с программами просмотра, анализа и редактирования плазмид, банками генетических последовательностей; отбора рекомбинантного штамма по ферментативной активности.</li> <li>- оценки эффективности процесса;</li> <li>- анализа используемых технологий с точки зрения влияния на окружающую среду.</li> </ul> |  |
|--|--|--|

## 7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

### 7.1. Основная литература:

1. Дебабов В.Г., Лившиц В.А. Биотехнология. В 8 книгах. Кн. 2. Современные методы создания промышленных штаммов микроорганизмов: учеб. пособие. М., Высшая школа, 2013.
2. Бурова Т.Е., Экологическая биотехнология [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Т.Е. Бурова, О.Б. Иванченко - СПб. : ГИОРД, 2018.
3. Орехов С.Н. Фармацевтическая биотехнология. Руководство к практическим занятиям. Учеб.ное пособие / Под ред. В.А. Быкова, А.В. Катлинского. Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2013.
4. Коротченко И. С. Биоремедиация : учебное пособие / И. С. Коротченко. – Красноярск: КрасГАУ, 2020.
5. Чечина, О. Н. Общая биотехнология : учебное пособие для вузов . — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019.
6. Максимов Г. В., В. Н. Василенко, А. И. Клименко и др Теоретические и практические аспекты использования биотехнологии и геной инженерии, изд. Ай Пи Эр Медиа, 2018.

### 7.2. Дополнительная литература

1. Альбертс Брюс, Брей Деннис, Хопкин Карен, Джонсон Александр, Льюис Джулиан, Рэфф Мартин, Робертс Кейт, Уолтер Питер. Основы молекулярной биологии клетки. М., Лаборатория знаний. 2018.
2. Кребс Дж., Голдштейн Э., Килпатрик С. Гены по Льюину (перевод 10-го англ. издания). М., Лаборатория знаний. 2017.

3. Франк-Каменецкий М. Д. Самая главная молекула. От структуры ДНК к биомедицине XXI века. М., Альпина нон-фикшн. 2018.

### **7.3. Периодические издания**

1. Генетика – библиотека КБГУ.
2. Известия РАН: серия биологическая - – библиотека КБГУ.
3. Известия вузов. Северо-Кавказский регион Естественные науки – библиотека КБГУ.

### **7.4. Интернет-ресурсы**

При изучении дисциплины «Генетика и генетические технологии в промышленной биотехнологии» обучающиеся обеспечены доступом (удаленный доступ) к ресурсам:

<http://geneticsinfo.ru> - <http://geneticsinfo.ru/category/rasteniya>  
<http://www.bionet.nsc.ru> - [http://www.bionet.nsc.ru/vogis/vestnik.php?f=2004&p=28\\_1](http://www.bionet.nsc.ru/vogis/vestnik.php?f=2004&p=28_1)  
<http://www.biorg.ru> - <http://www.biorg.ru/putisekekci.html>  
<http://www.plantgen.com/ru> - <http://www.plantgen.com/ru/studentam>  
[www.genetics.timacad.ru](http://www.genetics.timacad.ru) - [www.genetics.timacad.ru/works\\_paper2\(Zh\)](http://www.genetics.timacad.ru/works_paper2(Zh)).

### **7.5. Методические указания по проведению различных учебных занятий, к курсовому проектированию и другим видам самостоятельной работы.**

Учебная работа по дисциплине «Генетика и генетические технологии в промышленной биотехнологии» состоит из контактной работы (лекции, лабораторные занятия) и самостоятельной работы. Доля контактной учебной работы в общем объеме времени, отведенном для изучения дисциплины, составляет 62,5 % (в том числе лекционных занятий – 20,8 %, лабораторных занятий – 20,8 %, семинарские занятия – 20,8 %), доля самостоятельной работы – 31,5 %. Соотношение лекционных, семинарских, лабораторных и практических занятий к общему количеству часов соответствует учебному плану направлению подготовки 04.03.01 Химия.

Для подготовки к практическим занятиям необходимо рассмотреть контрольные вопросы, при необходимости обратиться к рекомендуемой литературе, записать непонятные моменты в вопросах для уяснения их на предстоящем занятии.

#### **Методические рекомендации по изучению дисциплины «Генетика и генетические технологии в промышленной биотехнологии» для обучающихся**

Цель курса - формирование системы знаний в области генетики; параллельное с теоретической подготовкой практическое закрепление знаний и навыков генетических методов.

Приступая к изучению дисциплины, обучающемуся необходимо ознакомиться с тематическим планом занятий, списком рекомендованной учебной литературы. Следует уяснить последовательность выполнения индивидуальных учебных заданий, занести в свою рабочую тетрадь темы и сроки проведения семинаров, написания учебных и творческих работ. При изучении дисциплины, обучающиеся выполняют следующие задания: изучают рекомендованную учебную и научную литературу; пишут контрольные работы, готовят доклады и сообщения к практическим занятиям; выполняют самостоятельные творческие работы, участвуют в выполнении практических заданий. Уровень и глубина усвоения дисциплины зависят от активной и систематической работы на лекциях, изучения рекомендованной литературы, выполнения контрольных письменных заданий.

Курс изучается на лекциях, семинарах, при самостоятельной и индивидуальной работе обучающихся. Обучающийся для полного освоения материала должен не пропускать занятия и активно участвовать в учебном процессе. Лекции включают все темы и основные вопросы теории и практики страхования. Для максимальной эффективности изучения необходимо постоянно вести конспект лекций, знать рекомендуемую преподавателем литературу, позволяющую дополнить знания и лучше подготовиться к лабораторным занятиям.

В соответствии с учебным планом на каждую тему выделено необходимое количество часов практических занятий, которые проводятся в соответствии с вопросами, рекомендован-

ными к изучению по определенным темам. Обучающиеся должны регулярно готовиться к лабораторным занятиям и участвовать в обсуждении вопросов. При подготовке к занятиям следует руководствоваться конспектом лекций и рекомендованной литературой. Тематический план дисциплины, учебно-методические материалы, а также список рекомендованной литературы приведены в рабочей программе

В ходе изучения дисциплины обучающийся имеет возможность подготовить реферат по выбранной из предложенного в Рабочей программе списка теме. Выступление с докладом по реферату в группе проводится в форме презентации с использованием мультимедийной техники.

#### ***Методические рекомендации при работе над конспектом во время проведения лекции***

В процессе лекционных занятий целесообразно конспектировать учебный материал. Для этого используются общие и утвердившиеся в практике правила, и приемы конспектирования лекций:

Конспектирование лекций ведется в специально отведенной для этого тетради, каждый лист которой должен иметь поля, на которых делаются пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Целесообразно записывать тему и план лекций, рекомендуемую литературу к теме. Записи разделов лекции должны иметь заголовки, подзаголовки, красные строки. Для выделения разделов, выводов, определений, основных идей можно использовать цветные карандаши и фломастеры.

Названные в лекции ссылки на первоисточники надо пометить на полях, чтобы при самостоятельной работе найти и вписать их. В конспекте дословно записываются определения понятий, категорий и законов. Остальное должно быть записано своими словами.

Каждому студенту необходимо выработать и использовать допустимые сокращения наиболее распространенных терминов и понятий.

#### ***Методические рекомендации по подготовке к лабораторным занятиям***

Лабораторные занятия – составная часть учебного процесса, групповая форма занятий при активном участии студентов. Лабораторные занятия способствуют углубленному изучению наиболее сложных проблем науки и служат основной формой подведения итогов самостоятельной работы обучающихся. Целью практических занятий является углубление и закрепление теоретических знаний, полученных обучающимися на лекциях и в процессе самостоятельного изучения учебного материала, а, следовательно, формирование у них определенных умений и навыков.

В ходе подготовки к семинарскому занятию необходимо прочитать конспект лекции, изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, выполнить выданные преподавателем Лабораторные задания. При этом учесть рекомендации преподавателя и требования программы. Дорабатывать свой конспект лекции, делая в нем соответствующие записи из литературы.

Желательно при подготовке к Лабораторным занятиям по дисциплине одновременно использовать несколько источников, раскрывающих заданные вопросы.

На Лабораторных занятиях обучающиеся учатся грамотно излагать проблемы, свободно высказывать свои мысли и суждения, рассматривают ситуации, способствующие развитию профессиональной компетентности. Следует иметь в виду, что подготовка к практическому занятию зависит от формы, места проведения семинара, конкретных заданий и поручений. Это может быть написание доклада, реферата (с последующим их обсуждением), коллоквиум.

#### ***Методические рекомендации по организации самостоятельной работы***

Самостоятельная работа (по В.И. Далю «самостоятельный – человек, имеющий свои твердые убеждения») осуществляется при всех формах обучения: очной и заочной.

Самостоятельная работа обучающихся - способ активного, целенаправленного приобретения студентом новых для него знаний и умений без непосредственного участия в этом

процесса преподавателей. Повышение роли самостоятельной работы обучающихся при проведении различных видов учебных занятий предполагает:

- оптимизацию методов обучения, внедрение в учебный процесс новых технологий обучения, повышающих производительность труда преподавателя, активное использование информационных технологий, позволяющих обучающемуся в удобное для него время осваивать учебный материал;
- широкое внедрение компьютеризированного тестирования;
- совершенствование методики проведения практик и научно-исследовательской работы обучающихся, поскольку именно эти виды учебной работы в первую очередь готовят обучающихся к самостоятельному выполнению профессиональных задач;
- модернизацию системы курсового и дипломного проектирования, которая должна повышать роль студента в подборе материала, поиске путей решения задач.

Самостоятельная работа приводит студента к получению нового знания, упорядочению и углублению имеющихся знаний, формированию у него профессиональных навыков и умений. Самостоятельная работа выполняет ряд функций:

- развивающую;
- информационно-обучающую;
- ориентирующую и стимулирующую;
- воспитывающую;
- исследовательскую.

В рамках курса выполняются следующие виды самостоятельной работы:

1. Проработка учебного материала (по конспектам, учебной и научной литературе);
2. Выполнение разноуровневых задач и заданий;
3. Работа с тестами и вопросами для самопроверки;
4. Выполнение итоговой контрольной работы.

Студентам рекомендуется с самого начала освоения курса работать с литературой и предлагаемыми заданиями в форме подготовки к очередному аудиторному занятию. При этом актуализируются имеющиеся знания, а также создается база для усвоения нового материала, возникают вопросы, ответы на которые студент получает в аудитории.

Необходимо отметить, что некоторые задания для самостоятельной работы по курсу имеют определенную специфику. При освоении курса студент может пользоваться библиотекой вуза, которая в полной мере обеспечена соответствующей литературой. Значительную помощь в подготовке к очередному занятию может оказать имеющийся в учебно-методическом комплексе краткий конспект лекций. Он же может использоваться и для закрепления полученного в аудитории материала. Самостоятельная работа студентов предусмотрена учебным планом и выполняется в обязательном порядке. Задания предложены по каждой изучаемой теме и могут готовиться индивидуально или в группе. По необходимости студент может обращаться за консультацией к преподавателю. Выполнение заданий контролируется и оценивается преподавателем.

Для успешного самостоятельного изучения материала сегодня используются различные средства обучения, среди которых особое место занимают информационные технологии разного уровня и направленности: электронные учебники и курсы лекций, базы тестовых заданий и задач. Электронный учебник представляет собой программное средство, позволяющее представить для изучения теоретический материал, организовать апробирование, тренаж и самостоятельную творческую работу, помогающее студентам и преподавателю оценить уровень знаний в определенной тематике, а также содержащее необходимую справочную информацию. Электронный учебник может интегрировать в себе возможности различных педагогических программных средств: обучающих программ, справочников, учебных баз данных, тренажеров, контролирующих программ.

Для успешной организации самостоятельной работы все активнее применяются разнообразные образовательные ресурсы в сети Интернет: системы тестирования по различным областям, виртуальные лекции, лаборатории, при этом пользователю достаточно иметь компьютер

и подключение к Интернету для того, чтобы связаться с преподавателем, решать вычислительные задачи и получать знания. Использование сетей усиливает роль самостоятельной работы студента и позволяет кардинальным образом изменить методику преподавания.

Студент может получать все задания и методические указания через сервер, что дает ему возможность привести в соответствие личные возможности с необходимыми для выполнения работ трудозатратами. Студент имеет возможность выполнять работу дома или в аудитории. Большое воспитательное и образовательное значение в самостоятельном учебном труде студента имеет самоконтроль. Самоконтроль возбуждает и поддерживает внимание и интерес, повышает активность памяти и мышления, позволяет студенту своевременно обнаружить и устранить допущенные ошибки и недостатки, объективно определить уровень своих знаний, практических умений. Самое доступное и простое средство самоконтроля с применением информационно-коммуникационных технологий - это ряд тестов «on-line», которые позволяют в режиме реального времени определить свой уровень владения предметным материалом, выявить свои ошибки и получить рекомендации по самосовершенствованию.

### ***Методические рекомендации по работе с литературой***

Всю литературу можно разделить на учебники и учебные пособия, оригинальные научные монографические источники, научные публикации в периодической печати. Из них можно выделить литературу основную (рекомендуемую), дополнительную и литературу для углубленного изучения дисциплины.

Изучение дисциплины следует начинать с учебника, поскольку учебник – это книга, в которой изложены основы научных знаний по определенному предмету в соответствии с целями и задачами обучения, установленными программой.

При работе с литературой необходимо учитывать, что имеются различные виды чтения, и каждый из них используется на определенных этапах освоения материала.

*Предварительное* чтение направлено на выявление в тексте незнакомых терминов и поиск их значения в справочной литературе. В частности, при чтении указанной литературы необходимо подробнейшим образом анализировать понятия.

*Сквозное чтение* предполагает прочтение материала от начала до конца. Сквозное чтение литературы из приведенного списка дает возможность студенту сформировать свод основных понятий из изучаемой области и свободно владеть ими.

*Выборочное* – наоборот, имеет целью поиск и отбор материала. В рамках данного курса выборочное чтение, как способ освоения содержания курса, должно использоваться при подготовке к практическим занятиям по соответствующим разделам.

*Аналитическое чтение* – это критический разбор текста с последующим его конспектированием. Освоение указанных понятий будет наиболее эффективным в том случае, если при чтении текстов студент будет задавать к этим текстам вопросы. Часть из этих вопросов сформулирована в ФОС в перечне вопросов для собеседования. Перечень этих вопросов ограничен, поэтому важно не только содержание вопросов, но сам принцип освоения литературы с помощью вопросов к текстам.

Целью *изучающего* чтения является глубокое и всестороннее понимание учебной информации. Есть несколько приемов изучающего чтения:

1. Чтение по алгоритму предполагает разбиение информации на блоки: название; автор; источник; основная идея текста; фактический материал; анализ текста путем сопоставления имеющихся точек зрения по рассматриваемым вопросам; новизна.

2. Прием постановки вопросов к тексту имеет следующий алгоритм:

- медленно прочесть текст, стараясь понять смысл изложенного;
- выделить ключевые слова в тексте;
- постараться понять основные идеи, подтекст и общий замысел автора.

3. Прием тезирования заключается в формулировании тезисов в виде положений, утверждений, выводов.

К этому можно добавить и иные приемы: прием реферирования, прием комментирования.

Важной составляющей любого солидного научного издания является список литературы, на которую ссылается автор. При возникновении интереса к какой-то обсуждаемой в тексте проблеме всегда есть возможность обратиться к списку относящейся к ней литературы. В этом случае вся проблема как бы разбивается на составляющие части, каждая из которых может изучаться отдельно от других. При этом важно не терять из вида общий контекст и не погружаться чрезмерно в детали, потому что таким образом можно не увидеть главного.

Подготовка к экзамену должна проводиться на основе лекционного материала, материала практических занятий с обязательным обращением к основным учебникам по курсу. Это позволит исключить ошибки в понимании материала, облегчит его осмысление, прокомментирует материал многочисленными примерами.

### ***Методические рекомендации по написанию рефератов***

Реферат представляет собой сокращенный пересказ содержания первичного документа (или его части) с основными фактическими сведениями и выводами. Написание реферата используется в учебном процессе вуза в целях приобретения студентом необходимой профессиональной подготовки, развития умения и навыков самостоятельного научного поиска: изучения литературы по выбранной теме, анализа различных источников и точек зрения, обобщения материала, выделения главного, формулирования выводов и т. п. С помощью рефератов студент глубже постигает наиболее сложные проблемы курса, учится лаконично излагать свои мысли, правильно оформлять работу, докладывать результаты своего труда. Процесс написания реферата включает: выбор темы; подбор нормативных актов, специальной литературы и иных источников, их изучение; составление плана; написание текста работы и ее оформление; устное изложение реферата.

Рефераты пишутся по наиболее актуальным темам. В них на основе тщательного анализа и обобщения научного материала сопоставляются различные взгляды авторов и определяется собственная позиция студента с изложением соответствующих аргументов. Темы рефератов должны охватывать и дискуссионные вопросы курса. Они призваны отражать передовые научные идеи, обобщать тенденции практической деятельности, учитывая при этом изменения в текущем законодательстве. Рекомендованная ниже тематика рефератов примерная. Студент при желании может сам предложить ту или иную тему, предварительно согласовав ее с научным руководителем.

Реферат, как правило, состоит из введения, в котором кратко обосновывается актуальность, научная и практическая значимость избранной темы, основного материала, содержащего суть проблемы и пути ее решения, и заключения, где формируются выводы, оценки, предложения. Общий объем реферата 20 листов.

Технические требования к оформлению реферата следующие. Реферат оформляется на листах формата А4, с обязательной нумерацией страниц, причем номер страницы на первом, титульном, листе не ставится. Поля: верхнее, нижнее, правое, левое – 20 мм. Абзацный отступ – 1,25; Рисунки должны создаваться в циклических редакторах или как рисунок Microsoft Word (сгруппированный). Таблицы выполнять табличными ячейками Microsoft Word. Сканирование рисунков и таблиц не допускается. Выравнивание текста (по ширине страницы) необходимо выполнять только стандартными способами, а не с помощью пробелов. Размер текста в рисунках и таблицах – 12 кегль. На титульном листе реферата нужно указать: название учебного заведения, факультета, номер группы и фамилию, имя и отчество автора, тему, место и год его написания. Рекомендуемый объем работы складывается из следующих составляющих: титульный лист (1 страница), содержание (1 страница), введение (1 – 2 страницы), основная часть, которую можно разделить на главы или разделы (10 – 15 страниц), заключение (1 – 3 страницы), список литературы (1 страница), приложение (не обязательно). Если реферат содержит таблицу, то ее номер и название располагаются сверху таблицы, если рисунок, то внизу рисунка.

Содержательные части реферата – это введение, основная часть и заключение. Введение должно содержать рассуждение по поводу того, что рассматриваемая тема актуальна (то есть современна и к ней есть большой интерес в настоящее время), а также постановку цели исследования, которая непосредственно связана с названием работы. Также во введении могут быть

поставлены задачи (но не обязательно, так как работа невелика по объему), которые детализируют цель. В заключении пишутся конкретные, содержательные выводы.

Содержание реферата студент докладывает на семинаре, кружке, научной конференции. Предварительно подготовив тезисы доклада, студент в течение 7 - 10 минут должен кратко изложить основные положения своей работы. После доклада автор отвечает на вопросы, затем выступают оппоненты, которые заранее познакомились с текстом реферата, и отмечают его сильные и слабые стороны. На основе обсуждения обучающемуся выставляется соответствующая оценка.

#### ***Методические рекомендации по подготовке сообщений***

Подготовка материала для сообщения (доклада) аналогична поиску материалов для реферата и эссе. По объему текст, который рекомендуется использовать для сообщения, близок к объему текста эссе: для устного сообщения – не более трех страниц печатного текста. Если сообщение делается в письменном виде – объем его должен быть 3 – 5 страниц.

Устное сообщение может сопровождаться презентацией. Рекомендуемое количество слайдов – около 10. Текст слайда должен дополнять информацию, которая произносится докладчиком во время выступления. Полностью повторять на слайде текст выступления не целесообразно. Приоритет при написании слайдов отдается таблицам, схемам, рисункам, кратким заключениям и выводам.

В сообщении должна быть раскрыта заявленная тема. Приветствуется внимание аудитории к докладу, содержательные вопросы аудитории и достойные ответы на них поощряются более высокой оценкой выступающему.

Время выступления – 10 – 15 минут.

Литература и другие источники могут быть найдены обучающимся самостоятельно или рекомендованы преподавателем (если возникнут сложности с поиском материала по теме); при предложении конкретной темы сообщения преподаватель должен ориентироваться в проблеме и уметь направить студента.

#### ***Методические рекомендации для подготовки к экзамену:***

Экзамен в VI-м семестре является формой итогового контроля знаний и умений обучающихся по данной дисциплине, полученных на лекциях, практических занятиях и в процессе самостоятельной работы. Основой для определения оценки служит уровень усвоения обучающимися материала, предусмотренного данной рабочей программой. К экзамену допускаются студенты, набравшие 36 и более баллов по итогам текущего и промежуточного контроля. На экзамене студент может набрать от 15 до 30 баллов.

В период подготовки к экзамену обучающиеся вновь обращаются к учебно- методическому материалу и закрепляют промежуточные знания.

На экзамен выносится материал в объеме, предусмотренном рабочей программой учебной дисциплины за семестр. Экзамен проводится в письменной / устной форме.

При проведении экзамена в письменной (устной) форме, ведущий преподаватель составляет экзаменационные билеты, которые включают в себя: тестовые задания; теоретические задания; задачи или ситуации. Формулировка теоретических задания совпадает с формулировкой перечня экзаменационных вопросов, доведенных до сведения обучающихся накануне экзаменационной сессии. Содержание вопросов одного билета относится к различным разделам программы с тем, чтобы более полно охватить материал учебной дисциплины.

В аудитории, где проводится устный экзамен, должно одновременно находиться не более шести студентов на одного преподавателя, принимающего экзамен. На подготовку ответа на билет на экзамене отводится 40 минут.

При проведении письменного экзамена на работу отводится 60 минут. Результат устного (письменного) экзамена выражается оценками:

**Оценка «отлично» – от 91 до 100 баллов** – теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы. Все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному. На экзамене студент демонстрирует глубокие



знания предусмотренного программой материала, умеет четко, лаконично и логически последовательно отвечать на поставленные вопросы.

**Оценка «хорошо» – от 81 до 90 баллов** – теоретическое содержание курса освоено, необходимые практические навыки работы сформированы, выполненные учебные задания содержат незначительные ошибки. На экзамене студент демонстрирует твердые знания основного (программного) материала, умеет четко, грамотно, без существенных неточностей отвечать на поставленные вопросы.

**Оценка «удовлетворительно» – от 61 до 80 баллов** – теоретическое содержание курса освоено не полностью, необходимые практические навыки работы сформированы частично, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки. На экзамене студент демонстрирует знание только основного материала, ответы содержат неточности, слабо аргументированы, нарушена последовательность изложения материала

**Оценка «неудовлетворительно» – от 36 до 60 баллов** – теоретическое содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки, дополнительная самостоятельная работа над материалом курса не приведет к существенному повышению качества выполнения учебных заданий. На экзамене студент демонстрирует незнание значительной части программного материала, существенные ошибки в ответах на вопросы, неумение ориентироваться в материале, незнание основных понятий дисциплины

## **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

### **8.1. Требования к материально-техническому обеспечению**

Для реализации рабочей программы дисциплины имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы и помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования. Специальные помещения укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления информации большой аудитории.

Для проведения занятий лекционного типа имеются демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия. По дисциплине «Генетика человека с основами медицинской генетики» имеются презентации по отдельным темам курса, позволяющие наиболее эффективно освоить представленный учебный материал.

При проведении занятий лекционного/ семинарского типа занятий используются:

#### **лицензионное программное обеспечение:**

– Права на использование операционной системы существующих рабочих станций с правом использования новых версий WINEDUperDVC ALNG UpgrdSAPk MVL A Faculty EES, договор №13/ЭА-223 от 01.09.19;

– Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security Стандартный Russian Edition, договор №13/ЭА-223 01.09.19;

При осуществлении образовательного процесса студентами и преподавателем используются следующие информационно справочные системы: ЭБС «АйПиЭрбукс», ЭБС «Консультант студента», СПС «Консультант плюс», СПС «Гарант», СПС «Референт», СПС «Аюдар Инфо».

### **8.2 Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

Для студентов с ограниченными возможностями здоровья созданы специальные условия для получения образования. В целях доступности получения высшего образования по образовательным программам инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья университетом обеспечивается:

1. Альтернативная версия официального сайта в сети «Интернет» для слабовидящих;
2. Для инвалидов с нарушениями зрения (слабовидящие, слепые)

- присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую помощь, дубли-

рование вслух справочной информации о расписании учебных занятий; наличие средств для усиления остаточного зрения, брайлевской компьютерной техники, видеоувеличителей, программ не визуального доступа к информации, программ- синтезаторов речи и других технических средств приема-передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями зрения;

- задания для выполнения на экзамене зачитываются ассистентом;
- письменные задания выполняются на бумаге, надиктовываются ассистенту обучающимся;

3. Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху (слабослышащие, глухие):

- на зачете/экзамене присутствует ассистент, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (он помогает занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, в том числе записывая под диктовку);
- зачет/экзамен проводится в письменной форме;

4. Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, созданы материально-технические условия, обеспечивающие возможность беспрепятственного доступа обучающихся в учебные помещения, объекту питания, туалетные и другие помещения университета, а также пребывания в указанных помещениях (наличие расширенных дверных проемов, поручней и других приспособлений).

- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением или надиктовываются ассистенту;
- по желанию студента экзамен проводится в устной форме.

Обучающиеся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья обеспечены электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

*Материально-техническое обеспечение дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья*

|  |   |  |
|--|---|--|
| Наименование специальных* помещений и помещений для самостоятельной работы | Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы | Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа |
|--|---|--|

|   |   |  |
|---|---|--|
| <p>Аудитория для самостоятельной работы и коллективного пользования специальными техническими средствами для обучения инвалидов и лиц с ОВЗ в КБГУ, аудитория No 145 Главный корпус КБГУ.</p> | <p>- Комплект учебной мебели: столы и стулья для обучающихся (3 комплекта); Стол для инвалидов-колясочников (1 шт.); Компьютер с подключением к сети и программным обеспечением (3 шт.); Специальная клавиатура (с увеличенным размером клавиш, со специальной накладкой, ограничивающей случайное нажатие соседних клавиш) (1 шт.); Принтер для печати рельефно-точечным шрифтом Брайля VP Columbia (1 шт.); Портативный тактильный дисплей Брайля «Focus 14 Blue» (совместимый с планшетными устройствами, смартфонами и ПК) (1 шт.); Бумага для печати рельефно-точечным шрифтом Брайля, совместимого с принтером VP Columbia; Видеоувеличитель портативный HV-MVC, диагональ экрана – 3,5 дюйма (4 шт.); Сканирующая и читающая машина SARA-CE (1 шт.); Джойстик компьютерный адаптированный, беспроводной (3 шт.); Беспроводная Bluetooth гарнитура с костной проводимостью «AfterShokz Trekz Titanium» (1 шт.); Проводная гарнитура с костной проводимостью «AfterShokz Sportz Titanium» (2 шт.); Проводная гарнитура Defender (1 шт.); Персональный коммуникатор EN –101 (5 шт.); Специальные клавиатуры (с увеличенным размером клавиш, со специальной накладкой, ограничивающей случайное нажатие соседних клавиш); Клавиатура адаптированная с крупными кнопками + пластиковая накладка, разделяющая клавиши, Беспроводная Clevy Keyboard + Clevy Cove (3шт.); Джойстик компьютерный Joystick SimplyWorks беспроводной (3шт.); Ноутбук + приставка для ай-трекинга к ноутбуку PCEye Mini (1 шт.).</p> | <p>Продукты MICROSOFT (Desktop Education ALNG LicSaPk OLVS Academic Edition Enterprise) подписка (Open Value Subscription) No V 2123829 Kaspersky Endpoint Security Стандартный Russian Edition No Лицензии 17E0-180427-50836-287-197.<br/>Программы для создания и редактирования субтитров, конвертирующее речь в текстовый и жестовый форматы на экране компьютера: Майкрософт Диктейт: <a href="https://dictate.ms/">https://dictate.ms/</a>, Subtitle Edit, («Сурдофон») (бесплатные).<br/>Программа невизуального доступа к информации на экране компьютера JAWS for Windows (бесплатная);<br/>Программа для чтения вслух текстовых файлов (Tiger Software Suit (TSS)) (номер лицензии 5028132082173733);<br/>Программа экранного доступа с синтезом речи для слепых и слабовидящих (NVDA) (бесплатная).</p> |
|---|---|--|

\*Специальные помещения - учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы

**Приложение 1**  
**ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ (ДОПОЛНЕНИЙ)**

в рабочую программу по дисциплине «Генетика и генетические технологии в промышленной биотехнологии» по направлению подготовки  
04.03.01 Химия на 2023-2024 учебный год

| №п/п | Элемент (пункт) РПД | Перечень вносимых изменений (дополнений) | Примечание |
|------|---------------------|--|------------|
|      |                     |  |            |
|      |                     |  |            |
|      |                     |  |            |
|      |                     |  |            |
|      |                     |  |            |
|      |                     |  |            |
|      |                     |  |            |
|      |                     |  |            |
|      |                     |  |            |
|      |                     |  |            |
|      |                     |  |            |
|      |                     |  |            |
|      |                     |  |            |
|      |                     |  |            |

Обсуждена и рекомендована на заседании кафедры биологии, геоэкологии и молекулярно-генетических основ живых систем

от «    » 20    г.

протокол № \_

Заведующий кафедрой

/А.Ю. Паритов/

## Распределение баллов текущего и рубежного контроля

| №п/п | Вид контроля  | Сумма баллов              |                |               |               |
|------|---|---------------------------|----------------|---------------|---------------|
|      |   | Общая сумма               | 1-я точка      | 2-я точка     | 3-я точка     |
| 1-   | Посещение занятий   | до 10 баллов              | до 3 б.        | до 3б.        | до 4б.        |
| 2-   | Текущий контроль:   | до 30 баллов              | до 10 б.       | до 10 б.      | до 10 б.      |
|      | Ответ на 5 вопросов   | от 0 до 15 б.             | от 0 до 5 б.   | от 0 до 5 б.  | от 0 до 5 б.  |
|      | Полный правильный ответ   | до 15 баллов              | 5 б.           | 5 б.          | 5 б.          |
|      | Неполный правильный ответ   | от 3 до 15 б.             | от 1 до 5 б.   | от 1 до 5 б.  | от 1 до 5 б.  |
|      | Ответ, содержащий неточности, ошибки  | 0б.                       | 0б.            | 0б.           | 0б.           |
|      | Выполнение самостоятельных заданий (решение задач, написание рефератов, доклад, эссе) | от 0 до 15 б.             | от 0 до 5 б.   | от 0 до 5 б.  | от 0 до 5 б.  |
| 1.   | Рубежный контроль   | до 30 баллов              | до 10 б.       | до 10 б.      | до 10 б.      |
|      | тестирование  | от 0- до 12б.             | от 0- до 4б.   | от 0- до 4б.  | от 0- до 4б.  |
|      | коллоквиум  | от 0 до 18б.              | от 0 до 6 б.   | от 0 до 6 б.  | от 0 до 6 б.  |
|      | <b>Итого сумма текущего и рубежного контроля</b>                                      | <b>до 70баллов</b>        | <b>до 23б.</b> | <b>до 23б</b> | <b>до 24б</b> |
|      | Первый этап (базовый)уровень) – оценка «удовлетворительно»                            | не менее 36 б.            | не менее 12 б. | не менее 12 б | не менее 12 б |
|      | Второй этап (продвинутый)уровень) – оценка «хорошо»                                   | менее 70 б.<br>(51-69 б.) | менее 23 б     | менее 23 б    | менее 24б     |
|      | Третий этап (высокий уровень) - оценка «отлично»                                      | не менее 70 б.            | не менее 23 б. | не менее 23 б | не менее 24б  |

**Шкала оценивания планируемых результатов обучения  
Текущий и рубежный контроль**

| Семестр | Шкала оценивания  |  |  |   |
|---------|---|--|--|---|
|         | 0-35 баллов   | 36-50 баллов   | 51-60 баллов   | 56-70 баллов  |
| 6       | <p>Частичное посещение аудиторных занятий. Неудовлетворительное выполнение лабораторных и практических работ. Плохая подготовка к балльно-рейтинговым мероприятиям. Студент не допускается к промежуточной аттестации</p> | <p>Полное или частичное посещение аудиторных занятий. Частичное выполнение и защита лабораторных и практических работ. Выполнение <b>контрольных работ</b>, тестовых заданий, ответы на коллоквиуме на оценки «удовлетворительно».</p> | <p>Полное или частичное посещение аудиторных занятий. Полное выполнение и защита лабораторных и практических работ. Выполнение <b>контрольных работ</b>, тестовых заданий, ответы на коллоквиуме на оценки «хорошо».</p> | <p>Полное посещение аудиторных занятий. Полное выполнение и защита лабораторных и практических занятий. Выполнение <b>контрольных работ</b>, тестовых заданий, ответы на коллоквиуме на оценки «отлично».</p> |