Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Щёкина Вера Витальевна
Должность: Ректор
Дата подписания: 22.10.2026 04:52:32
Уникальный программный ключ:
a2232a55157e576551a8999b4190892af53989420420336ffbf573a434e57789

| | |
|---|---|
| | **МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ** |
| | **федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Благовещенский государственный педагогический университет»** |
| | **ОСНОВНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА Рабочая программа дисциплины** |

**УТВЕРЖДАЮ**
**Декан естественно-географического факультета ФГБОУ ВО «БГПУ»**
**_____ И.А. Трофимцова**
**«28» июня 2023 г.**

**Рабочая программа дисциплины**
**ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ В БИОЛОГИИ**

**Направление подготовки**
**04.03.01 ХИМИЯ**

**Профиль**
**«АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ»**

**Уровень высшего образования**
**БАКАЛАВРИАТ**

**Принята на заседании кафедры химии**
**(протокол № 9 от «28» июня 2023 г.)**

**Благовещенск 2023**

**СОДЕРЖАНИЕ**


| | | |
|---|---|---|
| **1** | **ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА……** | **3** |
| **2** | **УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ…….** | **4** |
| **3** | **СОДЕРЖАНИЕ ТЕМ (РАЗДЕЛОВ)…….** | **8** |
| **4** | **МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ (УКАЗАНИЯ) ДЛЯ СТУДЕНТОВ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ ……** | **15** |
| **5** | **ПРАКТИКУМ ПО ДИСЦИПЛИНЕ……..** | **22** |
| **6** | **ДИДАКТИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ (САМОКОНТРОЛЯ) УСВОЕННОГО МАТЕРИАЛА…….….** | **28** |
| **7** | **ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ……....** | **64** |
| **8** | **ОСОБЕННОСТИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ИНВАЛИДАМИ И ЛИЦАМИ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ...** | **64** |
| **9** | **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ…...…** | **65** |
| **10** | **МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА……..** | **66** |
| **11** | **ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ И ДОПОЛНЕНИЙ……** | **69** |

# 1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

**1.1 Цель дисциплины:** сформировать систему знаний в области биотехнологии и понимание проблем химической технологии на уровне современного состояния биотехнологической промышленности.

**1.2 Место дисциплины в структуре ООП:**

Дисциплина «Химическая технология в биологии» относится к дисциплинам по выбору части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1 (Б1. В.ДВ.05.02).

Содержание дисциплины базируется на знаниях органической химии, общей и неорганической химия, изученных на предыдущих курсах.

**1.3 Дисциплина направлена на формирование следующих компетенций:** ПК-1, ПК-5, ОПК-1, ОПК-2:

- **ПК-1.** Владеет системой фундаментальных химических понятий и законов, индикаторами достижения которой является:

- ПК-1.1 Понимает основные принципы, законы, методологию изучаемых химических дисциплин, теоретические основы физических и физико-химических методов исследования;
- ПК-1.2 Использует фундаментальные химические понятия в своей профессиональной деятельности;

- **ПК-5.** Способен осуществлять контроль качества сырья, компонентов и выпускаемой продукции химического назначения под руководством специалистов более высокой квалификации, индикаторами достижения которой является:

- ПК-5.1 Выбирает методы и средства контроля качества, сырья, компонентов и выпускаемой продукции химического назначения на соответствие требуемой нормативной документации
- ПК-5.2 Выполняет стандартные операции на типовом оборудовании для характеристики сырья, промежуточной и конечной продукции химического производства.
- ПК-5.3 Составляет протоколы испытаний, отчеты о выполненной работе по заданной форме

- **ОПК-1.** Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений, индикаторами достижения которой является:

- ОПК-1.1 Систематизирует и анализирует результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств веществ и материалов
- ОПК-1.2 Предлагает интерпретацию результатов собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии
- ОПК-1.3 Формулирует заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности

- **ОПК-2** Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование, индикаторами достижения которой является:

- ОПК-2.1. Работает с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности
- ОПК-2.4. Проводит исследования свойств веществ и материалов с использованием серийного научного оборудования

**1.4 Перечень планируемых результатов обучения.** В результате изучения дисциплины студент должен

**- знать:**

- химические основы функционирования микроорганизмов;

- методы генетического конструирования, используемые с целью изменения генетической программы микроорганизмов;
- основные закономерности биотехнологических производств различных веществ;
- биотехнологические методы защиты окружающей среды от побочного воздействия микробиологического производства;
- проводить эксперимент, анализировать результат, делать выводы;
- свойства основных классов неорганических соединений;
- закономерности химических превращений веществ;
- основные законы, явления и процессы, изучаемые биохимией;

**- уметь**:

- применять теоретические знания на практике;
- работать с микроорганизмами в условиях стерильности;
- решать задачи по проблемам микробиологического синтеза;
- проводить эксперимент, анализировать результат, делать выводы;
- писать уравнения химических реакций;
- производить расчеты по формулам и уравнениям;
- применять принципы и законы органической химии при анализе конкретных химических процессов и явлений;
- проводить самостоятельный поиск химической информации с использованием различных источников (научно-популярных изданий, компьютерных баз данных, ресурсов Internet).

**- владеть:**

- экспериментальными умениями и навыками;
- навыками моделирования биотехнологических процессов;
- основными химическими теориями, законами, концепциями о строении и реакционной способности органических веществ и закономерностях развития органического мира;
- навыками работы с лабораторным оборудованием и проводить эксперименты с соблюдением правил техники безопасности.

**1.5 Общая трудоемкость дисциплины «Химическая и биотехнология»** составляет 3 зачетных единиц (далее – ЗЕ) (108 часов).

Программа предусматривает изучение материала на лекциях и лабораторных занятиях. Предусмотрена самостоятельная работа студентов по темам и разделам. Проверка знаний осуществляется фронтально, индивидуально.

**1.6 Объем дисциплины и виды учебной деятельности**

**Объем дисциплины и виды учебной деятельности**

| **Вид учебной работы** | **Всего часов** | **7 семестр** |
|---|---|---|
| Общая трудоемкость | 108 | 108 |
| Аудиторные занятия | 66 | 66 |
| Лекции | 32 | 32 |
| Лабораторные работы | 34 | 34 |
| Самостоятельная работа | 42 | 42 |
| Вид итогового контроля: | | зачет |

## 2 УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ

**Учебно-тематический план**

| **№** | **Наименование тем (разделов)** | **Всего часов** | **Аудиторные занятия** | | **Самостоятельная работа** |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | **Лекции** | **Лабораторные** | |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | **занятия** | |
| **1.** | **Введение** | **6** | **4** | **-** | **2** |
| 1.1 | Предмет биотехнологии. Периодизация развития | 3 | 2 | | 1 |
| 1.2 | Предмет химической технологии, его значение. Химическая промышленность как отрасль материального производства. | 3 | 2 | | 1 |
| **2.** | **Методы биотехнологии** | **25** | **11** | **2** | **12** |
| 2.1 | Современные методы создания промышленных штаммов микроорганизмов. Методы конструирования in vivo | 3 | 2 | | 1 |
| 2.2 | Методы генетического конструирования in vitro. Источники ДНК для клонирования. Методы воссоединения фрагментов ДНК. Векторы. Экспрессия чужеродных генов в микроорганизмах | 3 | 2 | | 1 |
| 2.3 | Приготовление питательных сред | 2 | | 2 | |
| 2.4 | Генетически модифицированные организмы | 4 | 2 | | 2 |
| 2.5 | Культура клеток и культура тканей. Поверхностное и глубинное культивирование. Протопласт растительных клеток как объект биологического конструирования | 4 | 2 | | 2 |
| 2.6 | Иммунобиотехнология | 2 | 1 | | 1 |
| 2.7 | Методы создания моноклональных антител. Их использование для лечения и диагностики заболеваний. | 4 | 2 | | 2 |
| 2.8 | Конструирование штаммов продуцентов инсулина, α-,β-,γ-интерферонов | 2 | | | 2 |
| 2.9 | Создание ассоциации культивируемых клеток высших растений с микроорганизмами | 1 | | | 1 |
| **3.** | **Инженерная энзимология** | **18** | **4** | **6** | **8** |
| 3.1 | Технология получения высокочистых ферментных препаратов | 4 | 2 | | 2 |
| 3.2 | Методы иммобилизации. Носители для иммобилизации | 4 | 2 | | 2 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 3.3 | Использование ферментов в пищевой промышленности. Обнаружение биохимической активности микроорганизмов при производстве пищевых продуктов | 2 | | | 2 |
| 3.4 | Биотехнология в пищевой промышленности | 4 | | 4 | |
| 3.5 | Обнаружение химической активности ферментных систем микроорганизмов и влияние факторов внешней среды на ее проявление | 2 | | 2 | |
| 3.6 | Применение иммобилизованных ферментов. Иммуноферментный анализ, его использование в медицине. Иммобилизованные ферменты как лекарственные препараты | 2 | | | 2 |
| **4.** | **Биотехнология и энергетика** | **6** | **2** | **-** | **4** |
| 4.1 | Пути решения энергетической проблемы методами биотехнологии | 4 | 2 | | 2 |
| 4.2 | Микробиологическое получение углеводородов, водорода и т.д., используемых в качестве топлива | 2 | | | 2 |
| **5.** | **Экологическая биотехнология** | **7** | **2** | **2** | **3** |
| 5.1 | Борьба с загрязнением окружающей среды с помощью микроорганизмов. | 3 | 2 | | 1 |
| 5.2 | Производство и использование нитрагина и азотобактерина | 2 | | 2 | |
| 5.3 | Аэробные и анаэробные процессы очистки сточных вод.<br>Экскурсия | 2 | | | 2 |
| **6.** | **Социальный аспект биотехнологии** | **4** | **-** | **-** | **4** |
| 6.1 | Биотехнология: свершения и надежды. | 2 | | | 2 |
| 6.2 | Нравственные проблемы биотехнологии | 2 | | | 2 |
| **7.** | **Сырьевая база химической промышленности** | **11** | **3** | **6** | **2** |
| 7.1 | Виды сырья. Экономическое значение сырья в промышленности. Сырьевые ресурсы | 3 | 2 | | 1 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Амурской области. | | | | |
| 7.2 | Значение воды в промышленности и в быту. Состояние водоемов Амурской области и Дальнего Востока. | 2 | 1 | | 1 |
| 7.3 | Выделение хлористого калия из сильвинита и его анализ. | 4 | | 4 | |
| 7.4 | Умягчение воды ионообменным способом. | 2 | | 2 | |
| **8.** | **Основные научные принципы и закономерности химической технологии** | **30** | **6** | **18** | **6** |
| 8.1 | Химико-технологический процесс. Производство серной кислоты | 2 | 1 | | 1 |
| 8.2 | Получение серной кислоты контактным способом из серы. | 4 | | 4 | |
| 8.3 | Технология связанного азота. | 2 | 1 | | 1 |
| 8.4 | Получение аммиака из азота воздуха | 2 | | 2 | |
| 8.5 | Определение двойной точки гидрофосфат кальция - дигидрофосфат кальция по растворимости оксида кальция в фосфорной кислоте | 4 | | 4 | |
| 8.6 | Силикатная промышленность | 5 | 1 | | 1 |
| 8.7 | Получение легкоплавких стекол | 2 | | 2 | |
| 8.8 | Электрохимическое производство | 2 | 1 | | 1 |
| 8.9 | Получение никелевого покрытия электрохимическим способом | 2 | | 2 | |
| 8.10 | Металлургия | 2 | 1 | | 1 |
| 8.11 | Определение коррозионной стойкости металлов в кислой и нейтральной средах | 4 | | 4 | |
| 8.12 | Переработка химического топлива | 2 | 1 | | 1 |
| | **Итого за семестр** | **108** | **32** | **34** | **42** |
| **ИТОГО** | | **108** | **32** | **34** | **42** |

**Интерактивное обучение по дисциплине**

| № | Наименование тем (разделов) | Вид занятия | Форма интерактивного занятия | Кол-во часов |
|---|---|---|---|---|
| 1. | Предмет биотехнологии. Периодиза- | ЛК | Лекция с ошибками | 2 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | ция развития | | | |
| 2. | Приготовление питательных сред | ЛР | Работа в малых группах | 2 |
| 3. | Генетически модифицированные организмы | ЛК | Лекция-дискуссия | 2 |
| 4. | Борьба с загрязнением окружающей среды с помощью микроорганизмов. | ЛК | Круглый стол | 2 |
| 5. | Виды сырья. Экономическое значение сырья в промышленности. Сырьевые ресурсы Амурской области. | ЛК | Просмотр и обсуждение видеофильмов | 2 |
| 6. | Выделение хлорида калия из сильвинита и его анализ | ЛР | Работа в малых группах | 4 |
| 7. | Значение воды в промышленности и в быту. Состояние водоемов Амурской области и Дальнего Востока. | ЛК | Лекция-дискуссия | 2 |
| 8. | Умягчение воды ионообменным способом. | ЛР | Работа в малых группах | 4 |
| | **ИТОГО** | | | **22** |

## 3 СОДЕРЖАНИЕ ТЕМ (РАЗДЕЛОВ)

### 1. Введение

Предмет и задачи биотехнологии. Периодизация развития. Использование фундаментальных исследований и научных достижений в области биологической химии, молекулярной биологии, микробиологии, генетики в биотехнологии. Основные направления биотехнологии. История развития биотехнологии, периодизация с учетом использования природных и неприродных микроорганизмов в контролируемых и неконтролируемых условиях для получения природных продуктов и продуктов, не имеющих природных аналогов.

Задачи биотехнологических производств, народнохозяйственное значение коммерческих продуктов, их использование в легкой, пищевой, фармацевтической промышленности, медицине, сельском хозяйстве. Использование достижений биотехнологии для решения энергетических и экологических проблем. Перспективы развития биотехнологии. Перечень работ с повышенным риском, меры предосторожности, способы защиты.

Влияние биотехнологии на развитие естественных наук. Роль биотехнологии в профессиональной подготовке учителя биологии и химии.

Предмет химической технологии, его значение. Химическая промышленность как отрасль материального производства. Основные принципы химических производств.

Особенности отраслевой структуры химического комплекса. Современный уровень и проблемы развития химического комплекса России. Особенности размещения химической промышленности России. Развитие химической промышленности Дальнего Востока. Промышленный потенциал Амурской области и Дальнего Востока.

Типовые расчеты в химической технологии. Правила техники безопасности при выполнении работ.

### 2. Методы биотехнологии

Физико-химические методы, применяемые в биотехнологии.

Современные методы создания промышленных штаммов микроорганизмов. Методы конструирования in vivo. Регуляция метаболизма в микробной клетке: регуляция активности ферментов, механизмы индукции и репрессии синтеза ферментов, аминокислотный контроль метаболизма (катаболитная репрессия, транзиентная репрессия). Энергетическое состояние клетки как регуляция метаболизма.

Методы генетического конструирования микроорганизмов in vivo: мутагенез и мето-

ды выделения мутантов. Ревертранты. Ауксотрофы. Система репарации, ее роль в снижении эффекта мутагенеза. Процессы обмена наследственной информацией, используемые для получения рекомбинантных штаммов-продуцентов: половой и парасексуальный эукариот, конъюгация, трансдукция, трансформация прокариот; слияние протопластов.

Плазмиды как дополнительный генетический материал микробных клеток. Компоненты плазмидного репликона, детерминанты, регулирующие его репликацию. Совместимость плазмид. Конъюгативные и неконьюгативные плазмиды. Мобилизация неконъюгативных плазмид, создание гибридных (коинтегративных) плазмид. Использование конъюгации для получения промышленно значимых штаммов микроорганизмов.

Фаги - важнейший инструмент генетического анализа и конструирования штаммов бактерий. Трансдукция: специфическая, неспецифическая. Котрансдукция. Фаговая конверсия. Транспозируемые генетические элементы: простые вставочные последовательности (JS-элементы), транспозоны (Tn - элементы), фаги-транспозоны и др. Механизмы перемещения транспозонов: репликативная и консервативная транспозиция. Применение транспозонов для осуществления локализованного мутагенеза с использованием общетрансдуцирующих фагов.

Трансформация. Трансфекция. Использование хромосомной и плазмидной трансформации в конструировании штаммов микроорганизмов, не имеющих собственных систем обмена наследственной информацией.

Методы получения протопластов. Полиэтиленгликоль как эффективный индуктор слияния протопластов. Способы слияния протопластов. Значение метода слияния протопластов для селекции.

Методы генетического конструирования in vitro. Источники ДНК для клонирования. Методы воссоединения фрагментов ДНК. Векторы. Экспрессия чужеродных генов в микроорганизмах. Эндонуклеазы, рестриктазы - составляющая часть системы модификации прокариотических клеток. Изошизомеры. Ферментативный и химико-ферментативный синтез генов, ПЦР. Векторные молекулы Требования, предъявляемые к векторам. Типы векторов: плазмиды, бактериофаг λ, бактериофаг М-13, космиды, фазмиды. Рекомбинантные ДНК. Клонирование и экспрессия, методы идентификации клонов.

Генетически модифицированные организмы. Генная инженерия промышленно важных микроорганизмов. Особенности рода Pseudomonas, Streptomyces, Bacilus, Sacharomyces, Corinobakterium, объясняющие их широкое применение в разнообразных биотехнологических процессах. Получение штаммов продуцентов инсулина, α-, β-, γ-интерферонов. Моноклональные антитела человека, их использование в области диагностики заболеваний, идентификации и дифференциации возбудителей, изучение иммунной системы организма, создание высокоспецифической вакцины. Способы получения моноклональных антител.

Генетическая инженерия животных. Векторы, сконструированные на базе ДНК различных вирусов: онкогенного вируса обезьян SV-40, вируса герпеса, адено- и ретровирусов. Селективные маркеры, методы трансформации, явление котрансформации. Конструирование трансгенных животных. Возможности генетической инженерии животных.

Генетическая инженерия растений. Селективные маркеры и экспрессия генов. Векторы: плазмиды, вирусы, хлоропластная и митохондриальная ДНК. Методы и техника трансформации: с использованием агробактерий, инокуляции тканевых эксплантантов, кокультивации, трансформации листовых дисков и т.д. Введение ДНК в растительные клетки и регенерация трансформированных растений. Трансгенные растения. Перспективы данного направления.

Использование генетически модифицированных организмов в различных областях народного хозяйства.

Культура клеток и культура тканей. Поверхностное и глубинное культивирование. Протопласт растительных клеток как объект биологического конструирования. Клеточная инженерия. История развития. Методы клеточной инженерии. Их использование в онко-

логии, селекции. Дифференцировка и каллусогенез как основа создания пересадочных клеточных культур. Поверхностное и глубинное культивирование клеток.

Протопласт растительных клеток как объект биологического конструирования. Получение и культивирование протопластов растений: способы и условия выделения протопластов, их культивирование. Регенерация клеток, клеточных культур и растений из протопластов. Способы и механизм слияния протопластов, гибридизация соматических клеток. Перенос клеточных органелл.

Иммунобиотехнология. Методы создания моноклональных антител. Их использование для лечения и диагностики заболеваний. Конструирование штаммов продуцентов инсулина, α-,β-,γ-интерферонов. Создание искусственных ассоциаций культивируемых клеток высших растений с микроорганизмами как способ модификации растительной клетки и растения. Ассоциации высших растений с клубеньковыми бактериями, азотфиксирующими, цианобактериями, зеленой водорослью, грибами.

**3. Инженерная энзимология**

История развития прикладной энзимологии. Технология получения высокочистых ферментных препаратов. Культивирование продуцентов ферментов, переработка культуральной жидкости. Методы иммобилизации. Носители для иммобилизации Характеристика носителей, используемых для иммобилизации ферментов. Методы иммобилизации ферментов: физические (адсорбция на нерастворимых носителях, включение в гель, использование полупроницаемых мембран; использование систем двухфазного типа) и химические (ковалентно иммобилизованные). Преимущества и недостатки данных методов иммобилизации, влияние различных факторов на каталитическую активность иммобилизованного тем или иным способом фермента. Стабильность иммобилизованных ферментов. Кинетикотермодинамические закономерности. Использование ферментов в пищевой промышленности. Обнаружение биохимической активности микроорганизмов при производстве пищевых продуктов. Биотехнология в пищевой промышленности. Использование в промышленности иммобилизованных ферментов для получения глюкозо-фруктозных спиртов, превращения крахмала в глюкозу, получения сахаров из молочной сыворотки, получения органических кислот (L - яблочная).

Ферментсодержащие электроды для мониторинга. Применение иммобилизованных ферментов. Иммуноферментный анализ, его использование в медицине. Иммобилизованные ферменты как лекарственные препараты

**4. Биотехнология и энергетика**

Актуальность проблемы обеспечения человечества энергией, роль биотехнологии в ее разрешении. Производство высококачественного топлива из биологического сырья, основанное на сочетании фотосинтеза и ферментации. Пути решения энергетической проблемы методами биотехнологии. Превращение биомассы в дешевое высококалорийное топливо: биогаз, этанол. Микробиологическое получение углеводородов, водорода и т.д., используемых в качестве топлива. Пути повышения эффективности процессов фотосинтеза.

**5. Экологическая биотехнология**

Методы биотехнологии, используемые для решения экологических проблем. Борьба с загрязнением окружающей среды с помощью микроорганизмов: микробная деформация и конверсия. Аэробные и анаэробные процессы очистки сточных вод. Утилизация твердых, жидких отходов.

**6. Социальный аспект биотехнологии**

Биотехнология: свершения и надежды. Нравственные проблемы биотехнологии. Возможности биотехнологии: перспективы на ближайшие несколько лет. Предотвращение риска. Этические и профессиональные проблемы. Международное сотрудничество.

**7. Сырьевая база химической промышленности**

Понятие о сырье, готовом продукте, промежуточном продукте, отходах и отбросах производства. Виды сырья. Экономическое значение сырья в промышленности. Сырьевые

ресурсы Амурской области. Классификация сырья: твердое, жидкое, газообразное; природное и синтетическое; минеральное и органическое.

Запасы сырья. Подготовка сырья к переработке – сортировка (классификация), измельчение, укрупнение, обезвоживание, обогащение.

Способы обогащения сырья: классификация, гравитационное обогащение, электромагнитная и электростатическая сепарация, флотация. Термическое обогащение. Химические способы обогащения. Разделение газовых смесей последовательной конденсацией, последовательным испарением, абсорбционно-десорбционным и адсорбционно-десорбционным методами.

Основные принципы химической технологии. Принцип рационального использования сырья. Комплексное использование сырья. Замена пищевого сырья непищевым. Безотходная и малоотходная технология.

Виды и источники энергии, применяемой в химическом производстве (энергия электрическая, тепловая, химическая, световая и ядерная). Энергоемкость химических производств. Рациональное использование энергии. Коэффициент использования энергии.

Значение воды в промышленности и в быту. Состояние водоемов Амурской области и Дальнего Востока. Вода, использование ее в химической промышленности. Характеристика природных вод и содержащихся в них примесей. Основные характеристики воды: солесодержание, окисляемость и др. Жесткость воды, временная и постоянная жесткость. Физические, химические и физико-химические способы умягчения воды. Обессоливание воды. Состояние водоемов Амурской области и Дальнего Востока.

Требования, предъявляемые к качеству питьевой и промышленной воды. Очистка питьевой воды. Подготовка питьевой и промышленной (технологической) воды. Пути сокращения расхода воды в промышленности. Оборотное водоснабжение.

**8. Основные научные принципы и закономерности химической технологии**

Понятие о химико-технологическом процессе. Классификация процессов: по фазовому состоянию, реагентам и продуктам реакции, по типу химических реакций, по принципу контакта реагентов, по параметрам технологического режима и другим признакам.

Химические реакторы и химические процессы, протекающие в них. Гомогенные и гетерогенные процессы, их особенности. Движущая сила процесса и факторы ее определяющие.

Равновесие в химико-технологическом процессе. Применение принципа ЛеШателье для определения параметров технологического режима. Равновесная степень превращения. Выход продукта.

Скорость технологических процессов.

Гомогенные процессы. Основные закономерности гомогенных процессов. Влияние температуры и концентрации реагирующих веществ на скорость процесса и выход продукта. Методы воздействия на скорость гомогенных и гетерогенных процессов. Проектирование и моделирование химико-технологических процессов.

Катализ в химической промышленности. Сущность и виды катализа. Типы каталитических процессов: окислительно-восстановительного взаимодействия и кислотно-основного взаимодействия вещества с катализатором. Гомогенный и гетерогенный катализ.

Свойства твердых катализаторов. Отравление катализаторов. Промышленные контактные массы. Аппаратурное оформление каталитических процессов. Контактные аппараты.

Основы макрокинетики. Области протекания процессов: кинетическая, диффузионная, переходная. Типы технологических схем: схемы с открытой цепью, схемы с частичной рециркуляцией, циркуляционные схемы.

Технологические и технико-экономические показатели химических производств: производительность и интенсивность работы аппаратов, выход продукта, качество готово-

го продукта, расходы по сырью, топливу, энергии, себестоимость продукта. Материальный, тепловой и энергетический балансы в химическом производстве.

## Важнейшие химические производства

### *Производство серной кислоты*

Серная кислота. Свойства, промышленные сорта и области применения серной кислоты. Сырье сернокислотной промышленности. Получение оксида серы (IV). Обжиг колчедана как пример гетерогенного некаталитического высокотемпературного процесса в системе «т – г». Типы обжиговых печей. Печь «кипящего слоя», ее преимущества. Общая очистка обжигового газа.

Контактный способ производства серной кислоты. Специальная очистка обжигового газа, ее назначение. Окисление оксида серы (IV) как пример обратимого, гетерогенного, каталитического процесса. Теоретические основы окисления оксида серы (IV). Применяемые катализаторы. Контактные аппараты со стационарным и кипящим слоями катализатора. Хемосорбция оксида серы (VI). Теоретические основы выбора абсорбента. Оптимальные условия процесса сорбции. Принципиальная схема производства серной кислоты контактным способом из колчедана.

Схема производства серной кислоты методом двойного контактирования.

Особенности производства серной кислоты по «короткой» схеме и методом «мокрого катализа».

Нитрозный способ производства серной кислоты.

Основные тенденции в развитии сернокислотного производства.

### *Технология связанного азота*

Значение соединений азота для народного хозяйства. Промышленные методы «связывания» азота (дуговой, цианамидный, аммиачный), их сравнительная характеристика. Сырье в производстве аммиака. Методы получения азота, водорода и азотводородной смеси (АВС) для синтеза аммиака. Двустадийный процесс производства АВС из природного газа конверсией метана с последующей конверсией оксида углерода (II). Получение азота из воздуха методом глубокого охлаждения. Производство водорода из коксового газа.

Синтез аммиака из АВС как пример каталитического процесса, осуществляемого по циклической схеме. Теоретические основы синтеза. Состав катализатора, каталитические яды. Предкатализ, его назначение. Принципиальная схема производства аммиака при среднем давлении. Устройство колонны синтеза. Использование теплоты реакции для поддержания автотермичности процесса.

Азотная кислота, ее свойства, промышленные сорта и области применения. Основные стадии производства азотной кислоты из аммиака.

Теоретические основы окисления аммиака методом избирательного катализа. Оптимальные условия окисления аммиака до оксида азота (II). Устройство контактного аппарата поверхностного контакта. Применяемые катализаторы. Теоретические основы процессов окисления оксида азота (II), димеризация и абсорбция оксида азота (IV). Влияние основных параметров на скорость процесса и равновесие в системе.

Принципиальная схема производства разбавленной азотной кислоты комбинированным методом. Преимущества метода.

Производство концентрированной азотной кислоты. Концентрирование разбавленной азотной кислоты. Прямой синтез азотной кислоты. Технологическая схема прямого синтеза азотной кислоты. Особенности процесса.

Основные направления развития производства аммиака и азотной кислоты и ее солей.

### *Силикатная промышленность*

Классификация и характеристика продуктов силикатной промышленности. Их значение в народном хозяйстве. Состав силикатов и их строение. Диаграмма состояния «оксид кремния - оксид алюминия».

Сырье для производства силикатных материалов. Подготовка сырья. Типовые процессы технологии силикатов. Высокотемпературная обработка шихты и применяемые аппараты - шахтные, туннельные, барабанные вращающиеся и ванные печи.

Огнеупоры. Основные виды огнеупорных материалов. Алюмосиликатные огнеупоры, их разновидности и принцип получения.

Стекла. Состав, строение и классификация стекол. Зависимость свойств стекла от его состава. Сырье в стекольной промышленности. Физико-химические процессы, протекающие при варке стекломассы. Способы формования стеклянных изделий: вытягивание, прокат, литье, выдувание, прессование. Понятие о ситаллах.

Вяжущие вещества. Сырье для производства вяжущих веществ. Производство портландцемента. Физико-химические процессы производства. Принципиальная схема производства. Химизм затвердевания цементной массы.

Керамические материалы, их общая характеристика и классификация. Сырье для производства керамических материалов. Кирпич, фарфор, фаянс, огнеупоры, специальная керамика.

Керамика с электрическими, магнитными и оптическими функциями. Пьезокерамика. Керамика с химическими и ядерными функциями. Конструкционная керамика.Перспективы развития керамических материалов.

### *Электрохимическое производство*

Электрическая энергия, использование ее в химической технологии. Электротермические и электрохимические процессы. Теоретические основы промышленного электролиза. Теоретическое и практическое напряжение при электролизе. Последовательность разряда ионов в растворе и расплаве. Количественные показатели процесса электролиза - выход по току и коэффициент использования энергии.

Производство хлора и гидроксида натрия электролизом раствора хлорида натрия как пример электрохимического процесса. Теоретические основы электролиза с железным (диафрагменный метод) и ртутным катодами. Их принципиальное различие и сравнительная характеристика Области применения хлора и гидроксида натрия.

### *Металлургия*

Классификация металлов. Значение металлов для народного хозяйства. Сплавы. Металлургия. Сырье черной и цветной металлургии. Виды сырья. Классификация руд. Комплексное использование сульфидного сырья и комбинирование металлургического производства с сернокислотным.

Основные способы получения металлов - пирометаллургические, гидрометаллургические и электрометаллургические. Физико-химические основы процесса восстановления металлов из их соединений.

Цветная металлургия. Производство алюминия. Свойства алюминия и его сплавов, их значение для народного хозяйства. Сырье для производства алюминия. Способы выделения глинозема из руд: щелочные, кислотные и электротермические.

Получение глинозема ($Al_2O_3$) мокрым щелочным способом (способ Байера) и способом спекания. Химизм процессов и принципиальная схема производства.

Производство алюминия из глинозема. Теоретические основы процесса электролиза. Первичные и вторичные процессы в системе «глинозем - криолит». Электролизеры с обожженными и самообжигающимися анодами. Устройство электролизера с самообжигающимся анодом. Технологические показатели процесса электролиза. Рафинирование алюминия. Сплавы на основе алюминия.

Черные металлы. Сплавы на основе железа, их классификация и свойства. Диаграмма состояния «железо - углерод», ее анализ и практическое использование.

Производство чугуна. Железные руды, их классификация, состав и подготовка. Агломерация и изготовление окатышей. Теоретические основы доменного процесса. Хими-

ческие реакции, протекающие в доменной печи. Прямое и косвенное восстановление оксидов железа.

Устройство доменной печи - реактора полного вытеснения, работающего по принципу противотока. Регенераторы (кауперы), их роль. Оптимальные условия доменного процесса: состав шихты и дутья, температура, давление.

Пути интенсификации доменного процесса: применение кислорода, природного газа, совершенствование конструкции печи (укрупнение ее размеров, комплексная механизация, автоматизация контроля и управления). Использование доменных шлаков и доменного газа.

Производство стали. Классификация и сравнительная оценка методов выплавки стали. Кислородно-конверторный метод, его преимущества. Химические реакции, протекающие в конверторе: окисление углерода и примесей, образование шлаков, раскисление оксида железа (II). Устройство и режим работы конвертора. Сырье для кислородно-конверторного способа выплавки стали, его особенности. Химические реакции в гетерогенной системе «газ - шлак - металл».

Мартеновский способ производства стали, его недостатки. Устройство мартеновской печи. Пути интенсификации мартеновского процесса: применение кислорода, сжатого воздуха, природного газа. Двухванные мартеновские печи.

Выплавка стали и ферросплавов в электрических печах. Электродуговые и индукционные печи. Качество стали. Переработка стали. Непрерывная разливка стали.

Прямое восстановление железа из руд. Сырье, его подготовка и переработка. Реакторы прямого восстановления железа из руд: барабанные вращающиеся печи, печи с «кипящим слоем». Основные восстановители. Химические реакции восстановления.

Рафинирование металлов: карбонильный способ, зонная плавка и др.

Порошковая металлургия. Промышленные методы порошковой металлургии - физико-химические и механические. Химические, физические и технологические свойства металлических порошков. Формование и спекание металлических порошков.

Перспективы развития черной и цветной металлургии в Амурской области, на Дальнем Востоке, в стране в целом.

***Переработка химического топлива***

Виды топлива, их характеристика. Запасы и роль топлива в энергетическом балансе страны. Происхождение различных видов топлива. Основные характеристики топлив: состав, энергетические характеристики, температура горения, теплотворная способность. Топливо как сырье химической промышленности.

Переработка твердого топлива. Виды переработки: пиролиз, газификация, гидрирование. Комплексное использование компонентов твердого топлива при его деструктивной переработке.

Коксование каменных углей. Сущность метода и физико-химические процессы, протекающие в шихте при коксовании. Устройство коксовой печи. Периодическая работа коксовой камеры и непрерывная работа коксовой батареи. Механизация и автоматизация процесса коксования. Сухое тушение кокса, его преимущества.

Продукты коксования. Прямой коксовый газ, его состав. Принципиальная схема улавливания и разделения коксового газа. Выделение каменноугольной смолы, улавливание соединений аммиака и сырого бензола. Переработка сырого бензола и каменноугольной смолы. Выделение и очистка ароматических соединений. Обратный коксовый газ, его использование.

Низкотемпературное коксование (полукоксование) торфа, сланцев, древесины. Цель процесса полукоксования твердых топлив.

Газификация твердого топлива. Автотермические и аллотермические процессы газификации. Газогенераторы газификации твердого топлива (в плотном слое, в «кипящем» слое, в аэрозольном потоке). Газификация в ванне с расплавленным железом. Подземная газификация угля.

Гидрирование твердого топлива. Гидрогазификация.

Переработка нефти и нефтепродуктов. Нефтеносные районы страны. Способы добычи, состав и свойства нефти. Проблема комплексного использования сырья при переработке нефти. Подготовка нефти к переработке.

Принципы переработки нефти и нефтепродуктов. Прямая перегонка нефти. Сущность метода и принципиальная схема двухступенчатой установки атмосферно-вакуумной перегонки нефти. Подготовка нефти к прямой гонке. Устройство трубчатых печей и ректификационных колонн. Состав и характеристика продуктов прямой гонки нефти.

Вторичная (химическая) переработка нефти. Пути увеличения выхода наиболее ценных нефтепродуктов и улучшения их качества.

Высокотемпературные методы деструктивной переработки нефтепродуктов: крекинг и ароматизация (риформинг). Цель и разновидности крекинга нефтепродуктов. Стабильность углеводородов различных классов. Химические реакции, протекающие при высоких температурах.

Каталитический крекинг, применяемое сырье и катализаторы. Схема превращений, протекающих на алюмосиликатном катализаторе. Условия оптимального режима процесса. Продукты каталитического крекинга, их отличие от продуктов термического крекинга. Принцип использования движущегося слоя катализатора при каталитическом крекинге. Схема установки каталитического крекинга с совмещенным реактором и регенератором. Крекинг в кипящем слое катализатора.

Каталитический риформинг. Сырье и применяемые катализаторы. Химические реакции, протекающие при риформинге. Разновидности каталитического риформинга: производство высокооктанового бензина (облагораживание бензина) и индивидуальных ароматических углеводородов (ароматизация). Принципиальные схемы процессов.

Продукты переработки нефти, их состав, свойства и применение. Октановая и цетановая характеристики моторных топлив. Очистка нефтепродуктов. Современная организация нефтехимического производства. Нефтехимические комбинаты.

Переработка газообразного топлива. Классификация газообразных топлив. Природный газ и его применение. Состав попутных нефтяных газов и газов нефтепереработки, их использование в качестве топлива и химического сырья. Конверсия природного газа, ее разновидности: конверсия с водяным паром, неполное окисление, окислительный пиролиз. Применение конверсии для производства синтез-газа, азотводородной смеси (АВС), ацетилена и водорода. Переработка крекинг-газа. Алкилирование бутиленовой фракции.

## 4 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ (УКАЗАНИЯ) ДЛЯ СТУДЕНТОВ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение химической технологии и биотехнологии необходимо при подготовке учителей биологии и химии. Целью настоящего курса является подготовка выпускников к преподаванию естественных дисциплин в школьном курсе с учетом современных достижений в области биотехнологии и молекулярной биологии. Дисциплина химической технологии должна обеспечивать подготовку высококвалифицированных специалистов, знающих состояние химической промышленности страны и перспективы ее развития, способы добычи, подготовки и комплексной переработки важнейших видов химического сырья. Специалист-химик должен знать теоретические основы, технологические процессы и типовые аппараты основных химических производств, использование продукции химической промышленности в народном хозяйстве, иметь представление об экономике химической промышленности, методах охраны окружающей среды от вредного влияния продуктов и отходов химической промышленности, ясно представлять значение химизации народного хозяйства, ее основные направления.

Основные задачи курса заключаются в формировании представлений о возможности использования процессов, лежащих в основе функционирования живых систем для

производства коммерческого продукта. Эти общие научные принципы излагаются в первой части лекционного курса, которая предшествует изучению химико-технологических процессов.

Современные промышленные предприятия представляют собой сочетание производств различного профиля. Наряду с развитием химической промышленности и увеличением числа химических производств происходит их типизация. При этом новые технологические процессы и системы управления разрабатываются на основании научного подхода, изучения отдельных химико-технологических процессов базируется на общих теоретических основах химической технологии как науки. Во второй части лекционного курса изучаются наиболее типичные, важнейшие химические производства. При этом необходимо подчеркнуть, избегая дублирования, использование общих научных принципов и закономерностей химической технологии на конкретных примерах.

Особое место данного курса в структуре учебного плана обусловлено спецификой науки, которая определяется возможностью формирования понятий только на основе ранее изученных тем в курсе биологической химии, молекулярной биологии, генетики, микробиологии, цитологии, общей неорганической химии.

При работе с данной рабочей программой с 2 по 5 темы, следует придерживаться следующего алгоритма:

1. Используя учебную программу, определите место темы (раздела) в системе изучаемой дисциплины. Выясните, какие темы (разделы) предшествуют изучению данного материала, какие следуют после нее.
2. Выберите понятия, сформированные при изучении предыдущей темы, и понятия которые будут развиваться при изучении последующей, внимательно изучите их, выпишите в словарь.
3. Познакомьтесь с теоретическим материалом по лекциям и предлагаемым литературным источникам.
4. Выполните задания для самостоятельной работы

**Введение**

Изучение темы «Введение в биотехнологию» следует начать с переработки теоретического материала учебников:

Егорова Т.А. Основы биотехнологии : учеб. пособие для студ. Вузов. - М. : Академия, 2006. стр.4-6,

Стасюк, Е. М. Лабораторные, семинарские и индивидуальные занятия по биотехнологии: Учебно-методическое пособие. - Благовещенск: Изд-во БГПУ, 2002 - стр 3-8.

Просмотреть лекционные записи, познакомиться с выставкой литературы, просмотреть в зале периодике журналы, рассматривающие проблемы биотехнологии.

Приготовить эссе: Биотехнология на службе человечеству.

**Методы биотехнологии**.

При подготовке к данному занятию переработать материал учебников:

Егорова Т.А. Основы биотехнологии : учеб. пособие для студ. Вузов. - М. : Академия, 2006. стр. 104-153,

Биотехнология: учебник для студ. вузов / [И. В. Тихонов [и др.] ; под ред. Е. С. Воронина. - СПб. : ГИОРД, 2008. стр. 23-54.

Стасюк, Е. М. Лабораторные, семинарские и индивидуальные занятия по биотехнологии : Учебно-методическое пособие. - Благовещенск : Изд-во БГПУ, 2002. стр. 8-14.

Особое внимание необходимо обратить на предмет изучения, задачи, структуру биотехнологии, историю ее развития. Установив межпредметные связи с курсами химии, освоить физико-химические методы, используемые в биотехнологии. Составить зарисовки.

Вопрос «Современные методы создания промышленных штаммов микроорганизмов» лучше рассматривать поэтапно.

Вначале познакомиться с проблемами генетического конструирования in vivo, обра-

тив внимание на такие понятия как мутагенез, мутанты, мутагены, мутации, ревертанты, ауксотрофы. Затем изучить особенности организации основного и дополнительного генетического материала микробной клетки, и только на основе данной информации можно приступать к изучению процессов ведущих к рекомбинации: полового и парасексуального эукариотических клеток, конъюгации, трансдукции, трансформации прокариот.

Вопрос «Генетическое конструирование in vitro» включает характеристику методов получения генов, векторных систем, методов воссоединения фрагментов ДНК (ген + вектор), введения р-ДНК в бактериальные клетки, клонирования и экспрессии чужеродных генов в клетке реципиента. Изучая данные вопросы обратить внимание на конкретные примеры получения генетическимодифицированных организмов, рассмотреть методику получения интерферонов на основе использования трансгенных организмов.

Опыт приема зачета по предмету выявил, что наибольшие трудности при обсуждении вопросов данной темы вызывают проблемы клеточной инженерии. Для того, чтобы избежать трудностей, необходимо изучить методы и условия культивирования изолированных тканей и клеток растений, рассмотреть понятия дедифференцировка, каллусогенез, дифференцировка, морфогенез, соматический эмбриогенез, тотипотентность.

Конкретным примером использования данных методов является производство моноклональных антител, методику получения которых необходимо учить к зачету.

Данное занятие характеризуется большой информационной емкостью, поэтому готовиться к нему необходимо заблаговременно, используя предлагаемые в методичке литературные источники.

Для того, чтобы проверить уровень готовности по данной теме, Вам необходимо ответить на вопросы для самостоятельной работы учебно-методического пособия Стасюк, Е. М. Лабораторные, семинарские и индивидуальные занятия по биотехнологии : Учебно-методическое пособие. - Благовещенск : Изд-во БГПУ, 2002 – стр. 15-17.

**Инженерная энзимология.**

Изучение темы «Инженерная энзимология» имеет огромное значение в связи с тем, что значительно расширяет кругозор, позволяя наглядно увидеть прикладной характер биотехнологии, точки соприкосновения научной и производственной деятельности, предоставляет возможность установить межпредметные связи с физической и биологической химией.

При изучении данной темы необходимо познакомиться с теоретическим материалом учебников:

Биотехнология: учебник для студ. вузов / [И. В. Тихонов [и др.] ; под ред. Е. С. Воронина. - СПб. : ГИОРД, 2008. – 355-419 с.

Егорова Т.А. Основы биотехнологии : учеб. пособие для студ. Вузов. - М. : Академия, 2006. стр. 72-102

Стасюк, Е. М. Лабораторные, семинарские и индивидуальные занятия по биотехнологии : Учебно-методическое пособие. - Благовещенск : Изд-во БГПУ, 2002 – стр. 75-81.

Особое внимание необходимо обратить на то, что ферменты и ферментные системы традиционно применяются в самых различных областях практической деятельности человека (пищевой, фармацевтической, текстильной, кожевенной и пр.), показать причины столь широкого использования ферментов. Выявить отличия ферментов от химических катализаторов, которые определяют их преимущества.

Установить отличия свободных ферментов от иммобилизованных, выяснить суть процесса иммобилизации.

Составить таблицу классификации методов иммобилизации, содержащую характеристики разновидностей физических и химических методов, привести по возможности примеры производств, в основе которых лежит использование ферментов иммобилизованных тем или иным способом.

Большое значение для осуществления производственных процессов имеют носители, на которые иммобилизованы ферменты. Знакомство с требованиями, предъявляемыми к

носителям, их классификацией позволит Вам составить схему-характеристику, сопровождаемую конкретными примерами.

После подготовки теоретического материала и выполнения эксперимента по обнаружению химической активности ферментных систем микроорганизмов, Вам необходимо выполнить задание из учебно-методического пособия Стасюк, Е. М. Лабораторные, семинарские и индивидуальные занятия по биотехнологии : Учебно-методическое пособие. - Благовещенск : Изд-во БГПУ, 2002 – стр. 81-82. Ответить на предложенные вопросы и сделать соответствующие расчеты Вы сможете только установив связь с биологической химией.

**Биотехнология и энергетика. Экологическая биотехнология.**

При подготовке к данному занятию переработать материал учебников:

Егорова Т.А. Основы биотехнологии : учеб. пособие для студ. Вузов. - М. : Академия, 2006. стр. 21-26,

Биотехнология: учебник для студ. вузов / [И. В. Тихонов [и др.] ; под ред. Е. С. Воронина. - СПб. : ГИОРД, 2008. стр. 27-34.

Стасюк, Е. М. Лабораторные, семинарские и индивидуальные занятия по биотехнологии : Учебно-методическое пособие. - Благовещенск : Изд-во БГПУ, 2002. стр. 8-14.

Рассматривая теоретический материал, обратите внимание на то, что экологически чистую энергию можно получить путем преобразования солнечной энергии в электрическую с помощью солнечных коллекторов, а также из биогаза и микробного этанола. Рассмотрите процессы, лежащие в основе получения высококачественного топлива из биологического сырья, основанное на сочетании фотосинтеза и ферментации. Познакомьтесь с приемами направленными на модификацию процессов фотосинтеза.

В процессе изучения темы 7 и 8 каждого производства студенты должны ознакомиться со свойствами получаемого продукта, сырьевыми и энергетическими ресурсами, рассмотреть технологическую схему производства и обосновать оптимальный технологический режим его отдельных стадий. В заключение необходимо давать представление о химико-технологических показателях производства, области применения данного продукта, требованиях по охране окружающей природной среды и утилизации отходов.

В процессе проведения лабораторного практикума студенты должны закрепить и углубить знания, полученные в лекционном курсе, приобрести практические навыки в проведении исследования и количественной обработке результатов проводимой работы, ознакомиться с современными методами анализа сырья и получаемых продуктов. Экспериментальные исследования проводятся на установках, моделирующих производственные. При постановке работ следует стремиться к тому, чтобы такие операции как анализ полученного продукта, определение его констант, снятие параметров процесса органически включались в соответствующую технологическую работу и выполнялись в объеме, необходимом для решения поставленных в этой работе задач.

В каждой теме даны учебно-методические материалы лекционного курса, включающие план лекции по каждой изучаемой теме и особенности изучаемого материала, приводится список основной и дополнительной литературы; представлены задания для самостоятельного изучения предмета, варианты контрольных работ, итоговые контрольные тесты, которые позволяют проверить уровень усвоения изученного материала. Контрольные тесты содержат задания разного содержания и уровня сложности, что позволяет достоверно оценить полноту знаний студентов.

Прежде чем приступить к выполнению заданий для самоконтроля, студентам необходимо изучить рекомендуемую по каждой теме литературу. Общий список учебной и учебно-методической литературы представлен в отдельном разделе данной программы. Кроме того, в материалах по подготовке семинарских занятий по каждой теме указана основная и дополнительная литература.

## Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы

**студентов по дисциплине**

| № | Наименование раздела (темы) | Формы/виды самостоятельной работы | Количество часов, в соответствии с учебно-тематическим планом |
|---|---|---|---|
| **1.** | **Введение** | | **2** |
| 1.1 | Предмет биотехнологии. Периодизация развития | Изучение основной литературы<br>Изучение дополнительной литературы<br>Конспектирование изученных источников | 1 |
| 1.2 | Предмет химической технологии, его значение. Химическая промышленность как отрасль материального производства. | Изучение основной литературы<br>Изучение дополнительной литературы<br>Конспектирование изученных источников | 1 |
| **2.** | **Методы биотехнологии** | | **12** |
| 2.1 | Современные методы создания промышленных штаммов микроорганизмов. Методы конструирования in vivo | Изучение основной литературы<br>Изучение дополнительной литературы<br>Подготовка рефератов и презентаций | 1 |
| 2.2 | Методы генетического конструирования in vitro. Источники ДНК для клонирования. Методы воссоединения фрагментов ДНК. Векторы. Экспрессия чужеродных генов в микроорганизмах | Изучение основной литературы<br>Изучение дополнительной литературы<br>Подготовка рефератов и презентаций | 1 |
| 2.4 | Генетически модифицированные организмы | Изучение основной литературы<br>Изучение дополнительной литературы<br>Подготовка рефератов и презентаций | 2 |
| 2.5 | Культура клеток и культура тканей. Поверхностное и глубинное культивирование. Протопласт растительных клеток как объект биологического конструирования | Изучение основной литературы<br>Изучение дополнительной литературы<br>Подготовка рефератов и презентаций | 2 |
| 2.6 | Иммунобиотехнология | Изучение основной литературы<br>Изучение дополнительной литературы<br>Подготовка рефератов и презентаций | 1 |
| 2.7 | Методы создания моноклональных | Изучение основной ли- | 2 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | антител. Их использование для лечения и диагностики заболеваний. | тературы<br>Изучение дополнительной литературы<br>Подготовка рефератов и презентаций | |
| 2.8 | Конструирование штаммов продуцентов инсулина, α-,β-,γ-интерферонов | Изучение основной литературы<br>Изучение дополнительной литературы<br>Подготовка рефератов и презентаций | 2 |
| 2.9 | Создание ассоциации культивируемых клеток высших растений с микроорганизмами | Изучение основной литературы<br>Изучение дополнительной литературы<br>Подготовка рефератов и презентаций | 1 |
| **3.** | **Инженерная энзимология** | | **8** |
| 3.1 | Технология получения высокочистых ферментных препаратов | Изучение основной литературы<br>Изучение дополнительной литературы | 2 |
| 3.2 | Методы иммобилизации. Носители для иммобилизации | Изучение основной литературы<br>Изучение дополнительной литературы | 2 |
| 3.3 | Использование ферментов в пищевой промышленности. Обнаружение биохимической активности микроорганизмов при производстве пищевых продуктов | Изучение основной литературы<br>Изучение дополнительной литературы | 2 |
| 3.6 | Применение иммобилизованных ферментов. Иммуноферментный анализ, его использование в медицине. Иммобилизованные ферменты как лекарственные препараты | Изучение основной литературы<br>Изучение дополнительной литературы | 2 |
| **4.** | **Биотехнология и энергетика** | | **4** |
| 4.1 | Пути решения энергетической проблемы методами биотехнологии | Изучение основной литературы<br>Изучение дополнительной литературы | 2 |
| 4.2 | Микробиологическое получение углеводородов, водорода и т.д., используемых в качестве топлива | Изучение основной литературы<br>Изучение дополнительной литературы | 2 |
| **5.** | **Экологическая биотехнология** | | **3** |
| 5.1 | Борьба с загрязнением окружающей среды с помощью микроорганизмов. | Изучение основной литературы<br>Изучение дополнительной литературы | 1 |
| 5.3 | Аэробные и анаэробные процессы очистки сточных вод. | Изучение основной литературы | 2 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | Экскурсия | Изучение дополнительной литературы | |
| **6.** | **Социальный аспект биотехнологии** | | **4** |
| 6.1 | Биотехнология: свершения и надежды. | Изучение основной литературы<br>Изучение дополнительной литературы<br>Конспектирование изученных источников | 2 |
| 6.2 | Нравственные проблемы биотехнологии | Изучение основной литературы<br>Изучение дополнительной литературы<br>Конспектирование изученных источников | 2 |
| **7.** | **Сырьевая база химической промышленности** | | **2** |
| 7.1 | Виды сырья. Экономическое значение сырья в промышленности. Сырьевые ресурсы Амурской области. | Изучение основной литературы<br>Изучение дополнительной литературы. Решение расчетных задач | 1 |
| 7.2 | Значение воды в промышленности и в быту. Состояние водоемов Амурской области и Дальнего Востока. | Изучение основной литературы<br>Изучение дополнительной литературы<br>Решение расчетных задач | 1 |
| **8.** | **Основные научные принципы и закономерности химической технологии** | | **6** |
| 8.1 | Химико-технологический процесс. Производство серной кислоты | Изучение основной литературы<br>Изучение дополнительной литературы<br>Решение расчетных задач | 1 |
| 8.3 | Технология связанного азота. | Изучение основной литературы<br>Изучение дополнительной литературы<br>Решение расчетных задач | 1 |
| 8.4 | Получение аммиака из азота воздуха | Изучение основной литературы<br>Изучение дополнительной литературы<br>Оформление лабораторной работы<br>Подготовка отчета по лабораторной работе | |
| 8.6 | Силикатная промышленность | Изучение основной ли- | 1 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | тературы<br>Изучение дополнительной литературы<br>Решение расчетных задач | |
| 8.8 | Электрохимическое производство | Изучение основной литературы<br>Изучение дополнительной литературы<br>Конспектирование изученных источников | 1 |
| 8.10 | Металлургия | Изучение основной литературы<br>Изучение дополнительной литературы<br>Конспектирование изученных источников | 1 |
| 8.12 | Переработка химического топлива | Изучение основной литературы<br>Изучение дополнительной литературы<br>Конспектирование изученных источников | 1 |
| | **ИТОГО** | | 42 |

## 5 ПРАКТИКУМ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### Тема «Методы биотехнологии»

### Лабораторная работа №1 (2 ч)

**Тема: Приготовление питательных сред**

**Цель работы:** Познакомиться с методами приготовления жидких, твердых и полужидких сред, используемых для проращивания микроорганизмов; подготовить соевую среду с глюкозой и среду для проращивания
азотобактера, осуществить посев микроорганизмов для приготовления бактериальных удобрений.

**Реактивы и оборудование:** Мясо свежее - 250 г, агар-агар - 30 г, желатин - 100 г, яйцо (белок), картофель - 150 г, ячмень (зерно) - 250 г, дрожжи - 200 г, хлороформ, фасоль -50 г, сахар - 100 г; растворы: $Na_2CO_3$ - 10%, $I_2$ в KI, NaOH - 1н, вода (диет.); твердые реактивы: $Na_2HP0_4$, $K_2HP0_4$, $KH_2P0_4$, $MgS0_4$, $CaS0_4$, NaCl, соли $Mo^{+2}$(на выбор); $C_6H_{12}O_6$, соевая мука, бульонные кубик.

Вата, марля, фильтровальная бумага, колбы с ватными пробками, воронки, пробирки, стаканы химические (термостойкие) - 1000 мл, 500 мл, 250 мл, 100 мл, фарфоровые чашки, пипетки, стеклянные пластинки (15 см х 20 см), стеклянные палочки, карандаш по стеклу, чашки Петри, ватные пробки, ватный валик, шпатели, бактериологические петли, стеклянные петли, ступки с пестиками, весы с разновесами.

**Ход работы:**

**1. Получение питательных сред:**

**а) мясо-пептонный бульон:**

250 г мелко изрубленного мяса без костей, жира, сухожилий заливаем 500 мл водопроводной воды, нагретой до +50°С, оставляем настаиваться 12 часов при комнатной температуре или 1 час при +50 - 55°С. Мясо отжимаем, экстракт процеживаем через мар-

лю со слоем ваты, кипятим в течение 30 минут. Дважды фильтруем: через марлю с ватой и через бумажный фильтр. Фильтрат доливаем водой до 500мл, разливаем в колбы, закрываем ватными пробками и стерилизуем (20 мин. при 2 атм. и +120°С).

**б) мясо-пептонный агар:**

К 250 г мясо-пептонного бульона добавляем 10 г агар-агара. Среду нагреваем до растворения агара (устанавливаем слабощелочную реакцию среды 20% раствором карбоната натрия) и через воронку разливаем в пробирки. Пробирки со средой стерилизуем в автоклаве (20 мин. при 2 атм. и +120°С).

**в) мясо-пептонная желатина:**

К 250 мл мясо-пепгонного бульона добавляем 75 г желатина. После растворения желатина при осторожном нагревании в среде устанавливаем слабощелочную реакцию, кипятим в течение 5 минут, охлаждаем до +40 - 50°С. Одновременно яичный белок взбиваем с небольшим количеством воды, вливаем в охлажденную желатиновую среду, хорошо взбалтываем и нагреваем. После выпадения белка среда становится прозрачной. Среду фильтруем, стерилизуем (20 мин. при 2 атм. и +120°С).

**г) картофельный агар:**

100 г промытого картофеля нарезаем ломтиками, заливаем 500 мл водопроводной воды, варим 30 минут. Отвар фильтруем через вату и доводим до первоначального объема. К полученной жидкости добавляем 2% агар-агар, кипятим до его растворения, устанавливаем pH среды = 7. Среду стерилизуем (20 мин. при 2 атм. и +120°С).

**д) пивное сусло:**

Зерна ячменя замачиваем в холодной воде и проращиваем при +35°С. После того как ростки будут вдвое больше длины зерна, последние высушиваем до воздуш- носухого состояния (получаем солод). Для приготовления сусла солод крупно размалываем и берем 250 г на 1 л воды. Смесь подогреваем при +57°С до исчезновения реакции на крахмал. Пробы на осахаривание крахмала проводим в фарфоровой чашке.

Сусло процеживаем через вату, затем фильтруем через бумажный фильтр. Среду стерилизуем (10 мин. при 2 атм. и +120°С).

**е) сусло-агар:**

К приготовленному суслу добавляем 2,3 - 3% агар- агар, кипятим до его расплавления, фильтруем через вату, стерилизуем (10 мин. при 2 атм. и +120°С).

**ж) дрожжевые среды:**

1)Дрожжевая вода: 25 г сухих дрожжей замешиваем в 250 мл воды, кипятим 10 минут, фильтруем через бумажный фильтр и стерилизуем (20 мин. при 2 атм. и +120°С).

2) Дрожжевой автолизат: 50 г дрожжей разводим в 250 мл воды. Добавляем 0,5 г гидрофосфата натрия, 1н раствор гидроксида натрия, 5 мл хлороформа, выдерживаем при температуре +37°С двое суток, доводим до pH = 7,4, кипятим в течение 30 минут, фильтруем через бумажный фильтр. Стерилизуем (20 мин. при 2 атм. и +120°С).

3) Дрожжевой экстракт: 100 г дрожжей кипятим в 100мл воды в течение 1 часа, отфильтровываем через бумажный фильтр, стерилизуем (20 мин. при 2 атм. и +120°С).

**з) бобовый экстракт:**

50 г фасоли и 1 л воды варим до готовности так, чтобы бобы не разварились. Отвар фильтруем через вату, добавим к нему 10 г сахара и доводим до первоначального оъема, pH - слабощелочная. Стерилизуем (20 мин. при 2 атм. и +120°С).

**и) соевая среда с глюкозой:**

1. В соответствии с руководством делаем навески компонентов среды, г/л.: $K_2HP0_4$ - 0,5 г; $KH_2P0_4$ - 0,5 г; $MgS0_4$ - 0,1 г; $CaS0_4$ - 0,1 г; NaCl - 0,1 г; соли $Mo^{+2}$(на выбор) - следы; $C_6Hi_20_6$ - 10,0 г; соевая мука - 10,0 г; агар-агар - 15,0 г;

2. Приготовленную среду (на агар-агаре) кипятим, разливаем по пробиркам на 1/3 общего объема, закрываем ватными пробками.

3. Стерилизуем (20 мин. при 2 атм.; и +120°С).

4. Извлекаем и раскладываем на косяки на 24 часа.

5.Бактереологической петлей (предварительно прокаленной) через 24 часа берем посевную культуру и наносим на косяк.

6.Помещаем в инкубационный шкаф при t = +27° +28°С на 5-7 дней.

**к) твердая питательная среда для выращивания азотобактера:**

Навески солей и сахарозы (сахароза - 2,0 г, калий фосфорнокислый - 0,02 г, кальций углекислый - 0,5 г, магний сернокислый - 0,03 г, агар - 2,0 г, вода дистиллированная - 100 мл) высыпаем в коническую колбу и приливаем дистиллированную воду. Содержимое колбы тщательно размешиваем, вносим мелко нарезанный агар и нагреваем раствор до полного растворения агара. Затем закрываем колбу ватной пробкой, раствор кипятим 15 мин. и, не охлаждая, разливаем тонким слоем в чашки Петри.

## Тема «Инженерая биотехнология»

### Лабораторная работа №2-3 (4 ч)
### Тема: Биотехнология в пищевой промышленности

**Опыт 1:** Молочнокислое и маслянокислое брожение

**Цель работы:** рассмотреть биохимические процессы, лежащие в основе молочнокислого брожения; определить роль микроорганизмов в технологии приготовления кисломолочных продуктов.

**Материалы и оборудование:** колбы - 100 мл, цилиндры - 100 мл, пипетки - 5, 10 мл, электроплитки, спиртовки, микроскопы, предметные и покровные стекла, бактериальные петли, воронки стеклянные, фильтровальная бумага, ватные пробки на колбы; молоко (свежее), растворы: $NaOH$ (0,1 н), $AgN0_3$ (10%), $NH_4OH$ (13%), $KMg0_4$ (5%), $FeCl_3$ (5%), $H_2S0_4$ (р = =1,84 г/см$^3$), $C_2H_5OH$ (96%), вода (диет.), фенолфталеин, мети леновый синий.

**Ход работы:**

4. Определяем начальную кислотность молока, титруя 10 мл молока, разбавленного 20 мл воды (диет.) с добавлением 2-3 капель фенолфталеина, раствором 0,1н гидроксида натрия.
4. Разливаем молоко в колбы объемом 100 мл по 40-50 мл, закрываем их ватными пробками.
4. Одну колбу нагреваем на электроплитке до 100° С, вторую и третью до 30°- 40°С и 60° - 70°С.
4. Пробы помещаем в инкубационный шкаф на 24 часа при температуре 20° - 22°С.
4. Через 24 часа визуально определяем отличия сгустков в колбах с различными пробами.
4. Проводим микроскопическое исследование микрофлоры: бактериологическую петлю вводим в сгусток и повернув вокруг своей оси, извлекаем. Сгусток размазываем на предметном стекле тонким слоем, без воды. Сушим на воздухе. Фиксируем смесью спирта с эфиром (1:1), несколько раз нанося смесь на мазок и сливая ее. Фиксированный препарат окрашиваем метиленовым синим в течение 2-3 мин., промываем водой, высушиваем и микро- скопируем с иммерсией.
4. Определяем образовавшуюся молочную кислоту по разности количества 0,1н раствора гидроксида натрия, пошедшего на титрование молока в конце опыта и при его постановке. Для титрования берем 5-10мл прокисшего молока, помещаем его в колбу на 100мл, добавляем двойное количество воды (диет.), 1-2 капли фенолфталеина и титруем 0,1н раствором гидроксида натрия при постоянном помешивании до появления устойчивого слаборозового окрашивания. (Если на поверхности прокисшего молока образовалась пленка, то ее сдвигаем в сторону, а затем разбиваем сгусток.) Кислотность молока выражают в % содержании молочной кислоты. Для этого следует объем 0,1н раствора гидроксида натрия, потраченный на титрование 100 мл молока, умножить на 0,009 (т.к. молекулярная масса молочной кислоты 90). Для приготовления 1л 0,1н раствора требуется 90г; (в 1 л 0,1н раствора содержится 9 г, в 1 мл - 0,009 г молочной кислоты).
4. Определяем наличие молочной кислоты. Скисшее молоко отфильтровываем через бумажный складчатый фильтр. Фильтрат используем для качественной реакции на молоч-

ную кислоту. В колбу емкостью 100 мл вносим пипеткой 5 мл фильтрата, добавляем 2 мл серной кислоты (конц.) и нагреваем до кипения. Приливаем по каплям 5 мл 5% раствора перманганата калия, который обесцвечивается:

$$2KMnO_4 + 3H_2SO_4 = K_2SO_4 + 2MnSO_4 + 3H_2O + 5O$$

$$5 \quad CH_3CHOHCOOH + 5O = 5CH_3CHO + 5CO_2 + 5H_2O$$

9. Горлышко колбы накрываем фильтровальной бумагой, смоченной аммиачным раствором нитрата серебра. Уксусный альдегид вызывает почернение бумаги с серебристой поверхностью.

10. Определяем наличие масляной кислоты в колбе с кипяченым молоком. В пробирку наливаем 3-5 мл прокисшего молока, добавляем 1-2 мл 5% раствора хлорида железа (III) и нагреваем на пламени горелки. Раствор приобретает окрашивание от буро-коричневого до кроваво-красного:

$$3Ca(CH_3CH_2CH_2COO)_2+2FeCl_3= 2Fe(CH_3CH_2CH_2COO)_3 + 3CaC1_2$$

Доказать наличие масляной кислоты можно, прибавив к 5 мл жидкости 0,5 мл 96% этилового спирта и 1-2 мл $H_2SO_4$ (конц.). При взбалтывании и нагревании появляется запах эфира (ананас).

**<u>Опыт 2:</u>** Приготовление лабораторной закваски

**Цель работы:** изучить технологию использования первичной и пересадочной лабораторных заквасок.

**Оборудование и реактивы:** термостаты с автоматическим регулированием температуры, реактивы для определения кислотности, стерильные пипетки, колбы и молочные бутылки, сухие и жидкие закваски, первичная лабораторная закваска, обезжиренное молоко кислотностью не более 20° Т, полученное из натурального молока первого сорта плотностью не менее 1,028 кг/м$^3$.

**Ход работы:**

1.Обезжиренное молоко разливают в колбы или молочные бутылки (0,3-0,5л) и закрывают ватными пробками.

2.Молоко стерилизуют при давлении 2 атм. в течение 10- 15 минут при температуре 125°С, а затем охлаждают до температуры заквашивания (см. табл.1).

3.В охлажденное молоко немедленно вносят закваску: край флакона обжигают и сухую закваску растворяют, добавляя во флакон стерильной пипеткой 5-7 мл стерилизованного молока, подготовленного для заквашивания. Растворенную порцию закваски переносят стерильно в стерилизованное молоко (количество молока см. в табл.1). При использовании жидкой закваски пробку флакона проводят через пламя горелки и быстро снимают, открытый край еще раз проводят над пламенем горелки, после чего содержимое флакона выливают в подготовленное молоко.

4.Молоко после внесения закваски тщательно перемешивают, помещают в термостат и оставляют в покое до образования сгустка. Продолжительность сквашивания зависит от вида закваски.

5.Готовят пересадочную лабораторную закваску: в охлажденное до температуры заквашивания молоко стерильно вносят 2-3% лабораторной закваски. Затем молоко тщательно перемешивают и оставляют в термостате до образования плотного сгустка.

6.Емкость охлаждают до +8-10°С, используют для оценки качества закваски (кислотность, органолептическую оценку). Рассматривают микроскопический препарат. Данные по свойствам, использованию и особенностям приготовления закваски приведены в таблице.

| закваска | использование в производстве | t сквашивания, °С | кислотность | Лабораторная закваска | | | | характеристика сгустка | вкус и запах | Микроскопический препарат |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | первичная | | пересадочная | | | | |
| | | | | количество | продолжительность сквашивания в час | количество, % | продолжительность сквашивания в час | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| мезофильные стрептококки Str. lactis, Str. cremoris, Str. acetoi-nicus или Str.diacei-lacnis с преобладанием молочнокислых стрептококков | приготовление творога, сметаны, простокваши, домашнего сыра | 25-30 | 85-90 | 1 проция сухой на 2 л. молока | 12-16 | 0,5-1<br>2-3 | 10-12<br>8-10 | колющийся, однородный | чистый, кисломолочный со слабым ароматом диацетила | диплококки, реже собранные в цепочки |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| ацидофильная палочка ibm. acidophilum | Ацидофильного молока, ацидофильной пасты | 37-40 | 100 – 130 | то же | 12-14 | 0,5-1<br>2-3 | 5-5,5<br>4,5 - 5,5 | однородный. вязкий, допускается слизистость | кисломолочный без посторонних привкусов | то же |
| грибковая кефирная | кефира | 18-22 | 95-100 | 1часть грибков на 30-50 частей молока | 20-24 | - | - | жидкий пенистый | острый дрожжевой со специфическим привкусом | кисломолочные стрептококки, единичные клетки, сскопления дрожжей и палочек |
| производственная кефирная | то же | 18-22 | 95-100 | - | - | 1-3 | 10-12 | днородНый, консистенция жидкой сметаны | кисломолочный с выраженным дрожжевым вкусом | то же |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| с преобладанием сливочного стрептококка | то же | 24-25 | 85-90 | 1порция сухой на 2л молока;1порция жидкой на 2,5л молока | 14-18<br>14-20 | 0,5-1<br>2-3 | 10-12<br>12-14 | ровный, плотный однородный, сметанообразный | чистый, кисломолочный, сливочный | диплококки одиночные или собранные в цепочки |
| с добавлением и без добавления Str. Thermophilus | сметаны | 24-25 | 85-90 | 1порция сухой на 2 л молока | 14-18 | 0,5-1<br>2-3 | 10-12<br>12-14 | однордный, плотный, вязкий без выделения сыворотки | чистый, нежный, кисломолочный со слабым ароматом | то же |
| термофильный стрептококк | ряженки, варенца, любительской сметаны | 40-42 | 80-90 | 1порция сухой на 100мл молока | 12-18 | 0,5-1<br>2-3 | 5-5,5<br>2-3 | ровный, плотный | чистый, кисломолочный, приятный | то же |
| палочки | йогурта, напитка «Южный», прстоквши | 40-42 | 100 - 130 | то же | 12-18 | 0,5-1<br>2-3 | 5-5,5<br>3,5 - 4,5 | ровный, плотный однородный | чистый, кисломолочный, | |

## Лабораторная работа №4 (2 ч)

**Тема: Обнаружение химической активности ферментных систем микроорганизмов и влияние факторов внешней среды на ее проявление**

**Цель работы:** провести опыты по обнаружению биохимической активности ферментов, определить условия, при которых проявляется их максимальная активность.

**Реактивы и оборудование:** Гидроксид натрия (10% раствор), сульфат меди (5% раствор), сахароза, вода дистиллированная; стаканы термостойкие - 100 мл, пробирки, спиртовки,

спички, ступки с пестиками, шпатели, зажимы для пробирок, штативы для больших и средних пробирок, весы с разновесами, темная бумага, лейкопластырь.

**Ход работы:**

5. Приготовить две навески дрожжей по 1 г.
6. Навеску №1 измельчить в ступке до порошкообразного состояния (разрушения клеток).
7. Экспериментально доказать, что сахароза - невосстанавливающий дисахарид (0,5 мл $C_{12}H_{22}O_{11}$ + 1-2 капли $CuS0_4$+ 8-10 капель NaOH - при нагревании).
8. К раствору сахарозы №1 объемом 0,5 мл прибавить навеску №1 (порошок). К раствору сахарозы №2 объемом 0,5 мл – навеску №2. Поместить на водяную баню при t° = + 36° +37°С на 40 минут.
9. Провести реакцию Троммера для обнаружение продуктов реакции в пробирках №1 и №2.
10. Выводы.

## Тема «Экологическая биотехнология»

### Лабораторная работа №5 (2 ч)

**Тема: Производство и использование нитрагина и азотобактерина**

**Цель работы:** познакомиться с методикой приготовления бактериального удобрения на примере нитрагина и азотобактерина; произвести обработку посевного материала.

**Реактивы и оборудование:** $K_2HPO_4$; $MgS0_4$; $CaS0_4$; $FeS0_4$; $MnS0_4$; $H_3BO_3$; $(NH_4)_2Mo0_4$ (2,25% р-р); дистиллированная вода; спирт этиловый.

Стеклянные пробирки диаметром 21 мм и высотой 200 мм - 6 шт.; фильтровальная бумага (200 мм х 150 мм); ватные пробки - 6 шт.; семена сои (8-10 шт.); шпатели; пинцет; ватный валик; черная бумага.

**Ход работы:**

**1. Получение бактериального удобрения**

Для инокуляции семян в день посева сои и фасоли готовят бактериально-молибденовую смесь следующим образом: в чашки со штрихами вносят по 2,5 мл 2,25% р-ра молибдата аммония. Штрихи смывают. Путем встряхивания получают однородные бактериальные суспензии - нитрагин и азотобактерин. Данными бактериальными удобрениями обрабатывают семена сои (нитрагином) и фасоли (азотобактерином) из расчета 2,5 мл суспензии на 250 г. После нанесения суспензии семена тщательно перемешивают, подсушивают и высевают.

**2.0брабогка посевного материала**

В пробирку диаметром 21 мм и высотой 200 мм помещают полоску фильтровальной бумаги (ширина 200мм, высота 150 мм), сложенную гармошкой и затем свернутую в рулон. Для поддержания влажности вокруг семян в верхней части рулона делают углубление. В пробирку вносят 20 - 30 мл питательной для растения среды следующего состава, г/л: $K_2HP0_4$ - 1,0 г; $MgS0_4$ - 1,0 г; $CaS0_4$ - 0,5 г; $(NH_4)_2MO0_4$, $FeS0_4$, $MnS0_4$, $H_3B0_4$ - следы.

Пробирку закрывают и стерилизуют в авотоклаве в течение 30 минут. В подготовленную пробирку с фильтровальной бумагой высаживают по одному стерильному семени сои или фасоли и вносят 1 мл суспензии клубеньковых бактерий (содержание 1 млн. клеток/мл). В контрольные пробирки вносят 1 мл стерильной воды. Пробирки, закрытые ватными пробками, инкубируют в течение 3-5 суток при 25-27°С до прорастания семян сои и фасоли. Затем их выставляют на стеллажи с дополнительным освещением. Для затенения корневой системы растений на пробирки надевают колпачки из плотной темной бумаги или темной пленки. В день выхода семядолей пробки из пробирок вынимают, а вокруг стебля укладывают фильтр из ваты. По мере необходимости, соблюдая стерильность, в каждую пробирку дополнительно вносят по 10-12 мл питательного раствора. Растения сои и фасоли в пробирках со стерильной корневой системой выращивают в течение 15-30 суток.

Выявлено, что для образования клубеньков на корнях за счет искусственной инокуляции достаточно выращивания растений в пробирках в течение 15-20 суток.

**Тема «Сырьевая база химической промышленности»**

**Лабораторная работа №6-7 (4 ч)**

**Тема: Выделение хлористого калия из сильвинита и его анализ.**

Жидков В.В. Практикум по химической технологии и прикладной химии: учебное пособие для студентов вузов / В.В. Жидков. - Благовещенск: Изд-во БГПУ, 2014. – 124 с.

**Лабораторная работа №8 (2 ч)**

**Тема: Умягчение воды ионообменным способом.**

Жидков В.В. Практикум по химической технологии и прикладной химии: учебное пособие для студентов вузов / В.В. Жидков. - Благовещенск: Изд-во БГПУ, 2014. – 124 с.

**Тема «Основные научные принципы и закономерности химической технологии»**

**Лабораторная работа №9-10 (4 ч)**

**Тема: Получение серной кислоты контактным способом из серы.**

Жидков В.В. Практикум по химической технологии и прикладной химии: учебное пособие для студентов вузов / В.В. Жидков. - Благовещенск: Изд-во БГПУ, 2014. – 124 с.

**Лабораторная работа №11 (2 ч)**

**Тема: Получение аммиака из азота воздуха.**

Жидков В.В. Практикум по химической технологии и прикладной химии: учебное пособие для студентов вузов / В.В. Жидков. - Благовещенск: Изд-во БГПУ, 2014. – 124 с.

**Лабораторная работа №12-13 (4 ч)**

**Тема: Определение двойной точки гидрофосфат кальция - дигидрофосфат кальция по растворимости оксида кальция в фосфорной кислоте.**

Жидков В.В. Практикум по химической технологии и прикладной химии: учебное пособие для студентов вузов / В.В. Жидков. - Благовещенск: Изд-во БГПУ, 2014. – 124 с.

**Лабораторная работа №14 (2 ч)**

**Тема: Получение легкоплавких стекол.**

Жидков В.В. Практикум по химической технологии и прикладной химии: учебное пособие для студентов вузов / В.В. Жидков. - Благовещенск: Изд-во БГПУ, 2014. – 124 с.

**Лабораторная работа №15 (2 ч)**

**Тема: Получение никелевого покрытия электрохимическим способом.**

Жидков В.В. Практикум по химической технологии и прикладной химии: учебное пособие для студентов вузов / В.В. Жидков. - Благовещенск: Изд-во БГПУ, 2014. – 124 с.

**Лабораторная работа №16-17 (4 ч)**

**Тема: Определение коррозионной стойкости металлов в кислой и нейтральной средах.**

Жидков В.В. Практикум по химической технологии и прикладной химии: учебное пособие для студентов вузов / В.В. Жидков. - Благовещенск: Изд-во БГПУ, 2014. – 124 с.

## 6 ДИДАКТИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ (САМОКОНТРОЛЯ) УСВОЕННОГО МАТЕРИАЛА

**6.1 Оценочные средства, показатели и критерии оценивания компетенций**

| Индекс компе-тенции | Оценочное средство | Показатели оценивания | Критерии оценивания сформированности компетенций |
|---|---|---|---|
| ПК-1<br>ПК-5<br>ОПК-1<br>ОПК-2 | Контрольная работа | Низкий – неудовлетворительно | допустил число ошибок и недочетов превосходящее норму, при которой может быть выставлена оценка «3» |
| | | Пороговый – удовлетворительно | если студент правильно выполнил не менее половины работы или допустил: не более двух грубых ошибок; или не более одной грубой и одной негрубой ошибки и одного недочета; или не более двух-трех негрубых ошибок; или одной негрубой ошибки и трех недочетов; или при отсутствии ошибок, но при наличии четырех-пяти недочетов. |
| | | Базовый – хорошо | студент выполнил работу полностью, но допустил в ней: не более одной негрубой ошибки и одного недочета или не более двух недочетов |
| | | Высокий – отлично | работа выполнена без ошибок, указаны все расчетные формулы, единицы измерения, без ошибок выполнены математические расчеты |
| | Отчет по лабораторной работе | Низкий – неудовлетворительно | ставится, если допущены существенные ошибки (в ходе эксперимента, в объяснении, в оформлении работы, по технике безопасности, в работе с веществами и приборами), которые не исправляются даже по указанию преподавателя. |
| | | Пороговый – удовлетворительно | ставится, если допущены одна-две существенные ошибки (в ходе эксперимента, в объяснении, в оформлении работы, по технике безопасности, в работе с веществами и приборами), которые исправляются с помощью преподавателя. |
| | | Базовый – хорошо | а) работа выполнена правильно, без существенных ошибок, сделаны выводы;<br>б) допустимы: неполнота проведения или оформления эксперимента, одна-две несущественные ошибки в проведении или оформлении эксперимента, в правилах работы с веществами и приборами |
| | | Высокий – отлично | а) работа выполнена полно, правильно, без существенных ошибок, сделаны выводы;<br>б) эксперимент осуществлен по плану с учетом техники безопасности и правил работы с веществами и приборами; |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | | в) имеются организационные навыки (поддерживается чистота рабочего места и порядок на столе, экономно используются реактивы). |
| | Тест | Низкий – до 60 баллов (неудовлетворительно) | за верно выполненное задание тестируемый получает максимальное количество баллов, предусмотренное для этого задания, за неверно выполненное – ноль баллов. После прохождения теста суммируются результаты выполнения всех заданий. Подсчитывается процент правильно выполненных заданий теста, после чего этот процент переводится в оценку, руководствуясь указанными критериями оценивания. |
| | | Пороговый – 61-75 баллов (удовлетворительно) | |
| | | Базовый – 76-84 баллов (хорошо) | |
| | | Высокий – 85-100 баллов (отлично) | |
| | Реферат | Низкий – неудовлетворительно | тема реферата не раскрыта, обнаруживается существенное непонимание проблемы. |
| | | Пороговый – удовлетворительно | 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. |
| | | Базовый – хорошо | основные требования к реферату и его защите выполнены, но при этом допущены недочёты. В частности, имеются неточности в изложении материала; отсутствует логическая последовательность в суждениях; не выдержан объём реферата; имеются упущения в оформлении; на дополнительные вопросы при защите даны неполные ответы. |
| | | Высокий – отлично | выполнены все требования к написанию и защите реферата: обозначена проблема и обоснована её актуальность, сделан краткий анализ различных точек зрения на рассматриваемую проблему и логично изложена собственная позиция, сформулированы выводы, тема раскрыта полностью, выдержан объём, соблюдены требования к внешнему оформлению, даны правильные ответы на дополнительные вопросы. |
| | Круглый стол | Низкий – до 60 баллов (неудовлетворительно) | допустил число ошибок и недочетов превосходящее норму, при которой может быть выставлена оценка «3» |
| | | Пороговый – 61-75 баллов (удовлетвори- | студент обнаруживает знание и понимание основных положений данной темы, но: |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | тельно) | 1) излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке правил;<br>2) не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры;<br>3) излагает материал непоследовательно и допускает ошибки в языковом оформлении излагаемого. |
| | | Базовый – 76-84 баллов (хорошо) | студент дает ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для отметки «5», но допускает 1–2 ошибки, которые сам же исправляет, и 1–2 недочета в последовательности и языковом оформлении излагаемого. |
| | | Высокий – 85-100 баллов (отлично) | 1) студент полно излагает материал, дает правильное определение основных понятий;<br>2) обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры не только из учебника, но и самостоятельно составленные;<br>3) излагает материал последовательно и правильно с точки зрения норм литературного языка. |
| | Эссе | Низкий – менее 3 баллов (неудовлетворительно) | **Раскрытие смысла высказывания.**<br>• Смысл высказывания раскрыт**. 1 балл**.<br>• Смысл высказывания не раскрыт, содержание ответа не даёт представления о его понимании. **0 баллов**.<br>**Представление и пояснение собственной позиции**.<br>• Представлена и пояснена собственная позиция. **1 балл**.<br>• Представлена без пояснения собственная позиция (простое согласие или несогласие с суждением автора высказывания).<br>Или собственная позиция не представлена. **0 баллов.**<br>**Характер и уровень приводимых суждений и аргументов**.<br>• Суждения и аргументы раскрываются с опорой на теоретические положения, выводы и фактический материал. В ходе рассуждений раскрываются раз- |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | | личные аспекты проблемы. **3 балла.**<br>• При раскрытии нескольких аспектов проблемы (темы) суждения и аргументы приведены с опорой на теоретические положения и выводы, но без использования фактического материала.<br>• Или раскрыт один аспект проблемы (темы) и приведена аргументация с опорой на теоретические положения и фактический материал.<br>• Или при раскрытии нескольких аспектов проблемы (темы) суждения и аргументы приведены с опорой на фактический материал, но без теоретических положений выводов.<br>• Или раскрыты несколько аспектов проблемы при недостатке теоретической или фактической аргументации. **2 балла.**<br>• Перечислены несколько аспектов проблемы (темы) без аргументации.<br>• Или затронут лишь один аспект проблемы (темы), приведена только фактическая или только теоретическая аргументация. **1 балл.**<br>Затронут лишь один аспект проблемы (темы) без аргументации, или аргументы и суждения не соответствуют обосновываемому тезису. **0 баллов** |
| ПК-1<br>ПК-5<br>ОПК-1<br>ОПК-2 | Учебные задачи | Низкий – неудовлетворительно | допустил число ошибок и недочетов превосходящее норму, при которой может быть выставлена оценка «3» |
| | | Пороговый – удовлетворительно | студент правильно выполнил не менее половины работы или допустил: не более двух грубых ошибок; или не более одной грубой и одной негрубой ошибки и одного недочета; или не более двух-трех негрубых ошибок; или одной негрубой ошибки и трех недочетов; или при отсутствии ошибок, но при наличии четырех-пяти недочетов. |
| | | Базовый – хорошо | студент выполнил работу полностью, но допустил в ней: не более одной негрубой ошибки и одного недочета или |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | | не более двух недочетов |
| | | Высокий – отлично | работа выполнена без ошибок, указаны все расчетные формулы, единицы измерения, без ошибок выполнены математические расчеты |

### 6.2 Промежуточная аттестация студентов по дисциплине

Промежуточная аттестация является проверкой всех знаний, навыков и умений студентов, приобретённых в процессе изучения дисциплины. Формой промежуточной аттестации по дисциплине является зачёт.

Для оценивания результатов освоения дисциплины применяется следующие критерии оценивания.

**Критерии оценивания устного ответа на зачете**

**Оценка «зачтено»** выставляется студенту, если:

1. вопросы раскрыты, изложены логично, без существенных ошибок;
2. показано умение иллюстрировать теоретические положения конкретными примерами;
3. продемонстрировано усвоение ранее изученных вопросов, сформированность компетенций, устойчивость используемых умений и навыков.

Допускаются незначительные ошибки.

**Оценка «не зачтено»** выставляется, если:

1. не раскрыто основное содержание учебного материала;
2. обнаружено незнание или непонимание большей или наиболее важной части учебного материала;
3. допущены ошибки в определении понятий, которые не исправлены после нескольких наводящих вопросов;
4. не сформированы компетенции, умения и навыки.

**Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов освоения дисциплины**

## ПРИМЕРНЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ РАБОТЫ

### Тема «Инженерная энзимология»

1. Назовите штаммы продуцентов, используемые для получения фермента α-аспарагиназы. Перечислите предъявляемые к ним требования.
2. Составьте схему биотехнологического производства α-аспарагиназы.
3. Годовой объем производства цеха биосинтеза ферментов составляет 11000 млн у.е. Расход на 1000 млн у.е. α-аспарагиназы следующий: сульфата аммония 2,2 кг, ацетата натрия 12,1 кг, экстракта кукурузы 53,4 кг. Определите массу каждого вида сырья (в кг), расходуемого цехом для биосинтеза за год.
4. Перечислите методы иммобилизации ферментов, охарактеризуйте метод, используемый для иммобилизации α-аспарагиназы.
5. Охарактеризуйте получение аспарагиновой кислоты методом микробиологического синтеза.

### Тема «Сырьевая база химической промышленности»

1.Суммарная реакция получения дивинила по способу С.В. Лебедева выражается уравнением

$$2C_2H_5OH \rightarrow CH_2{=}CH{-}CH{=}CH_2 + 2H_2O + H_2.$$

Выход дивинила составляет 80%. Вычислите, сколько кг дивинила можно получить из 2000 м$^3$ 96%-го спирта ($\rho$ = 80,0 кг/м$^3$). (Ответ: 72,12 т).

2. Цех карбидных смол на 1 т продукции расходует 30 $м^3$ оборотной воды. Вычислите годовую потребность цеха в хлоре для предупреждения образования биологической пленки в теплообменных аппаратах, если доза хлора 8 мг/л, его производственные потери − 12%. Периодичность обработки два раза в год, а производительность цеха 9000 т/г. (Ответ: 484 т).

**Тема «Основные научные принципы и закономерности химической технологии»**

1. Топливо. Состав, классификация, основные характеристики топлива.
2. Дать сравнительную характеристику аллотермических процессов газификации твердого топлива
3. Какую массу 98%-ной уксусной кислоты можно получить из 100 т технического карбида кальция с массовой долей примесей 0,04? Ответ: 91,7 т.
4. Какая масса 78%-ной серной кислоты необходима для получения сульфата аммония из аммиака массой 102 кг? Ответ: 377 кг.

## ПРИМЕРЫ ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ

Предлагаемый тест содержит 25 заданий, из них 15 заданий – часть А, 5 заданий – часть В, 5 заданий – часть С.

К каждому заданию части А даны несколько ответов, из которых только один верный. Выполнив задание, выберите верный ответ и укажите в бланке ответов. Не торопитесь, хорошо обдумайте каждый ответ!

Задания части В могут быть трех типов:

1) задания, содержащие несколько верных ответов;
2) задания на установление соответствия;
3) задания, ответ на которые должен быть дан в виде числа, символа, слова.

Ответы к заданиям части С формулируете в свободной краткой форме и записываете в бланк ответов.

На выполнение теста отводится 90 минут. Если задание не удается выполнить сразу, перейдите к следующему. Если останется время, вернитесь к пропущенным заданиям.

Верно выполненные задания части А оцениваются в 2 балла, части В – 2 балла, части С – 5 баллов.

При подготовке к экзамену по курсу биотехнологии особое внимание следует обратить на вопросы биоинженерии, так как они являются основными при подготовке учителей биологии. Это связано с тем, что большинство из них находят отражение в школьном курсе общей биологии. Для того, чтобы избежать трудностей при подготовке по обозначенной проблемы кроме рекомендованного списка литературы, необходимо обратиться к ранее изученным курсам микробиологии, цитологии, генетики.

**Тесты**

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ**
**БЛАГОВЕЩЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**Тест ( биотехнология)**

***Инструкция для студента***

***Тест содержит 25 заданий, из них 15 заданий – часть А, 5 заданий – часть В, 5 заданий – часть С. На его выполнение отводится 90 минут. Если задание не удается выполнить сразу, перейдите к следующему. Если останется время, вернитесь к пропущенным заданиям. Верно выполненные задания части А оцениваются в 2 балла, части В – 2 балла, части С – 5 баллов.***

**Часть А**

**К каждому заданию части А даны несколько ответов, из которых только один верный. Выполнив задание, выберите верный ответ и укажите в бланке ответов.**

А 1. Назовите ферменты, разрезающие двухцепочечную спираль ДНК по специфическим последовательностям, состоящим из 4-8 нуклеотидов, разделяя ее на фрагменты строго определенных размеров.

а) полимеразы в) рестриктазы
б) лигазы г) изомеразы

А 2. Плазмиды или вирусы с сильными промоторами, размещенными так, что продукт клонируемого гена может производиться в большом количестве, называются

а) клоны в) векторы
б) опероны г) терминаторы

А 3. Перенос генетической информации от клетки донора к клетке реципиента, который осуществляется при непосредственном контакте клеток между собой называется

а) трансдукция в) конъюгация
б) трансформация г) слияние протопластов

А 4. Какой из перечисленных этапов не относится к генетическому конструированию in vitro

а) получение индивидуального гена, кодирующего необходимый признак
б) создание рекомбинантной ДНК
в) введение р-ДНК в клетку реципиента
г) наращивание каллусной массы

А 5. За время ферментации микроорганизм проходит определенный цикл развития, который выражается в смене фаз. Какая фаза искусственно удлиняется при производстве большинства первичных метаболитов:

а) лаг-фаза в) стационарная фаза
б) экспоненциальная г) фаза отмирания

А 6. Что произойдет, если будут допущены отклонения от технологических норм в углеродном питании

а) снизится содержание белка и увеличится количество липидов в биомассе
б) снизится процесс почкования и деления клеток
в) сократится выход биомассы
г) вспенится культуральная жидкость и произойдет выброс ее из аппарата

А 7. Какой этап отсутствует при получении капсульных полисахаридов биотехнологическим способом:

а) выделение, очистка в) ферментация
б) сепарация г) разрушение клеток

А 8. Для чего используются микромицеты в питании человека

а) источник белков в) источник углеводов
б) источник энергии г) источник липидов

А 9. Разновидностями какого метода иммобилизации являются: статический, электроосаждение, нанесение в колонки

а) адсорбционного
в) включения в гели
б) использования полупроницаемых мембран
г) использования систем двухфазного типа

А 10. Какие из перечисленных носителей, используемых в биотехнологии для иммобилизации, не относятся к группе органических полимерных

а) полисахариды в) полиуретаны
б) белки г) глины

А 11. Какой из названных элементов-блоков не является составной частью химической конструкции образующейся при химической иммобилизации ферментов

а) носитель в) фермент
б) сшивка г) субстрат

А 12. Какой фермент живой системы, в отсутствии основного субстрата, катализирует энергозависимое восстановление ионов водорода с образованием восстановленного водорода

а) дегидрогеназа в) гидротаза
б) нитрогеназа г) редуктаза

А 13. Какое вещество не может служить субстратом для образования метана архебактериями

а) уксусная кислота в) муравьиная кислота
б) кислород г) метанол

А 14. Какой ценный продукт наряду с биогазом образуют метаногенные ассоциации

а) витамин С в) витамин $B_{12}$
б) витамин Д г) глюкозу

А 15. Какие из перечисленных бактерий не могут быть использованы как источник высококачественного топлива - водорода

а) анаэробные хематрофные бактерии в) пурпурные фототрофные бактерии
б) сахаромицеты г) цианобактерии

**Часть В**

**Будьте внимательны! Задания части В могут быть трех типов:**

**1) задания, содержащие несколько верных ответов;**

**2) задания на установление соответствия;**

**3) задания, ответ на которые должен быть дан в виде числа, символа, слова**

В 1. Какой из перечисленных путей может использоваться для повышения эффективности фотосинтеза у культурных растений

а) повышение коэффициента превращения солнечной энергии до 4-5% за счет увеличения площади листьев и их раннего формирования
б) создание искусственных фотосистем
в) увеличение числа хлоропластов в клетке на единицу площади листа
г) вмешательство в системы регуляции фотосинтеза
д) создание экзогенной ассоциации с азотобактером

В 2. Какому направлению биотехнологии принадлежат данные разработки

| | |
|---|---|
| 1) Получение штаммов-продуцентов | А Инженерная энзимология |
| 2) Получение известного продукта, но лучшего качества | Б Биоинженерия |
| 3) Биоочистка в аэротенке | В Микробиологический синтез |
| 4) Получение биогаза из сырой биомассы | Г энергетическая биотехнология |
| 5) Получение коммерческого продукта | Д экологическая биотехнология |

В 3. Установи соответствие между методами иммобилизации и их способами

| | |
|---|---|
| 1) Адсорбционные | А. Включение в липосомы |
| 2) Механическое включение в гели | Б. Микрокапсулирование |
| 3) С использованием полупроницаемых мембран | В. Микроэмульсии |
| 4) С использованием систем двухфазного типа | Г. Электроосаждение |

В 4. Сколько процентов энергии падающего солнечного света фактически запасают культурные растения?

В 5. К какому раду относятся термофильные бактерии, продуценты этанола характеризующиеся более высокой эффективностью сбраживания сахара и более устойчивые к этанолу, чем классический объект дрожжи рода Sacharomyces.

**Часть С**

**Ответы к заданиям части С формулируете в свободной краткой форме и записываете в бланк ответов.**

С 1. Какое высококачественное топливо получают из биологического сырья на основе сочетания фотосинтеза и ферментации?

С 2. Каким требованиям должны отвечать штаммы – продуцент биологически активных соединений?

С 3. Перечислите современные методы получения генов, используемых в последующим для генетического конструирования in vitro

С 4. Как налажено производство углеводородов используемых в качестве топлива с использованием одноклеточной водоросли Botryococcus braunii.

С 5. Перечислите основные требования, предъявляемые к материалам, используемым в качестве носителей при иммобилизации ферментов.

## Тест (химическая технология)

### Часть А

**1. Для удаления карбонатной жесткости используют гашеную известь, соду, едкий натр, тринатрийфосфат. Какое из названных веществ окажется наиболее эффективность, если взять их одинаковые количества?**

1) известь;
2) тринатрийфосфат;
3) едкий натр;
4) сода.

**2. Что такое коксование?**

1) разложение твердого топлива в присутствии воздуха при температуре 1000°С;
2) разложение твердого топлива без доступа воздуха при температуре 1000°С и выше;
3) нагревание твердого топлива в присутствии газов при температуре 1000°С;
4) нагревание твердого топлива до температуры 1000°С в токе азота

**3. В каких аппаратах осуществляется поглощение аммиака из коксового газа?**

1) в скрубберах;
2) в ректификационных колоннах;
3) в холодильниках непосредственного действия;
4) в сатураторах.

**4. Какой из получаемых продуктов составляет наибольшую массовую долю при коксовании твердого топлива?**

1) коксовый газ;
2) каменноугольная смола;
3) кокс;
4) надсмольная вода.

**5. Определите внутреннюю структуру стекла.**

1) твердое кристаллическое тело;
2) раствор с большой вязкостью;
3) переохлажденный расплав;
4) охлажденная жидкость.

**6. В каких печах варят стекло?**

1) камерные;
2) электропечи;
3) регенеративные;
4) трубчатые.

**7. Что такое бетон?**

1) смесь цемента с водой и наполнителем;
2) смесь извести с водой и песком;
3) смесь цемента с водой и известью;
4) смесь известняка с гипсом.

**8. Какие стадии отсутствуют при «короткой» схеме производства серной кислоты?**

1) обжиг колчедана;
2) поглощение $SO_2$ водой;
3) специальная очистка;
4) охлаждение в контактном аппарате.

**9. Что понимают под термином «циркуляционный газ»?**

1) азотоводородная смесь с остатком аммиака, возвращаемая в систему;
2) аммиак с незначительной примесью азота и водорода;
3) азот и водород;
4) аммиак.

**10. Каким способом отделяется KCl от NaCl при получении его из сильвинита?**

1) флотация и избирательное растворение при нагревании;
2) гравитационное обогащение;
3) адсорбция;
4) экстракция.

**11. Каким способом получают алюминий в промышленности?**

1) восстановление оксида алюминия водородом;
2) электролитический;
3) металлотермический;
4) пирометаллургический.

**12. Какой из перечисленных ниже процессов является примером гетерогенного необратимого экзотермического процесса?**

1) синтез аммиака;
2) окисление $SO_2$ в $SO_3$;
3) обжиг серного колчедана;
4) сжигание серы.

**13. Что называется расходным коэффициентом?**

1) расход каждого вида сырья, отнесенный к единице целевого продукта;
2) масса готового продукта;
3) расход одного вида сырья по отношению к другому

**14. Какой продукт называют «нитроолеум»?**

а) смесь азотной кислоты с серной;
б) серная кислота, насыщенная оксидами азота;
в) азотная кислота, насыщенная димером оксида азота ($N_2O_4$);
г) раствор оксидов азота в азотной кислоте.

**15. Какие процессы происходят при варке стекла?**

а) химические;
б) физико-химические;
в) термические;
г) физические.

**Часть В**

16. Чем определяется общая скорость химического процесса в реакторе? В каких областях может протекать химико-технологический процесс?
17. По каким признакам классифицируются реакции, лежащие в основе химико-технологического процесса?
18. Что называют контактными массами, каков их состав?
19. Что такое технологическая схема процесса? Какими могут быть химико-технологические системы?
20. Что называют технологическим режимом и параметрами этого режима?

**Часть С**

21. Составить материальный баланс синтеза аммиака из чистой азотводородной смеси, если выход составляет 95%. **Ответ:** m $N_2$ – 0,876т; m $H_2$ – 0,186т.
22. Рассчитайте расходный коэффициент серы для получения 1т серной кислоты, если потери составляют 7%. **Ответ:** 349,35т.
23. Что такое выход продукта? Как его определить?
24. При электролизе хлорида натрия при силе тока 1500 А в течение 36 часов было получено 67,94 кг хлора. Определить выход по току. **Ответ:** 95,1%
25. Почему при окислении диоксида серы в триоксид серы стремятся поддерживать температуру в пределах 450-500°С? Почему не применяют более высокую температуру, несмотря на то, что скорость реакции значительно увеличивается?

## ТЕМЫ РЕФЕРАТОВ

1. Общие проблемы технологии микробиологического синтеза
2. Подготовка и культивирование биообъектов
3. Питательные среды, способ приготовления, состав.
4. Основные этапы биотехнологического производства.
5. Частные биотехнологического производства.
6. Биотехнологическое получение белка.
7. Перспективы современной биотехнологии в области антибиотиков.
8. Микробиологическое получение органических кислот.
9. Микробиологический синтез витаминов.
10. Микробиологический синтез алкалоидов.
11. Промышленный органический синтез. Классификация и общая характеристика производства продуктов промышленного органического синтеза. Сырьё. Типовые химико-технологические процессы.
12. Синтез метанола. Технологическая схема производства.
13. Производство этилового спирта. Биохимический и гидролизный способы производства. Технологическая схема производства.
14. Производство этанола способом каталитической гидратации этилена. Технологическая схема производства.
15. Производство бутадиена. Технологическая схема производства.
16. Производство изопрена. Технологическая схема производства.
17. Производство стирола. Технологическая схема производства.
18. Производство капролактама. Химизм процесса.
19. Способы получения ацетилена. Технологическая схема производства ацетилена из карбида кальция. Технологическая схема производства ацетилена из углеводородного сырья.
20. Производство ацетальдегида. Технологическая схема производства.
21. Производство уксусной кислоты. Технологическая схема производства.
22. Высокомолекулярные соединения. Свойства, классификация и методы получения ВМС. Полимеризация. Классификация и характеристика методов. Поликонденсация. Классификация и характеристика методов.
23. Производство целлюлозы. Сульфитный способ производства. Технологическая схема производства. Сульфатный способ производства. Технологическая схема производства.
24. Производство химических волокон. Классификация и характеристика химических волокон. Принципиальная схема производства. Производство вискозного волокна. Технологическая схема производства.
25. Производство капронового волокна. Химизм и принципиальная схема производства.

26. Производство пластических масс. Классификация, общая характеристика.Поликонденсационные полимеры и пластмассы на их основе. Производство фенопластов. Химизм и принципиальная схема производства.

27. Полимеризационные полимеры и пластмассы на их основе. Производство полиэтилена. Технологическая схема производства.

28. Производство бутадиен-стирольного каучука. Технологическая схема производства. Производство резины. Принципиальная схема производства.

Литература

1. Баев, А.А. Биотехнология. Издательство «Наука», Москва, 1984 – 309 с.
2. Егорова, Т.А. Основы биотехнологии: Учеб. пособие для высш. пед. учеб заведений / Т.А.Егорова, С.М.Клунова, Е.А.Живухина. – М.: Издательский центр «Академия», 2003. – 208 с.

## ЭССЕ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Просмотреть лекционные записи, познакомиться с выставкой литературы, просмотреть в зале периодике журналы, рассматривающие проблемы биотехнологии.

***Приготовить эссе:*** Биотехнология на службе человечеству.

## ВОПРОСЫ ДЛЯ КРУГЛОГО СТОЛА

### Тема «Методы биотехнологии»

1. Предметы и задачи, структура биотехнологии. История развития.
2. Физико-химические методы, используемые в биотехнологии.
3. Современные методы создания промышленных штаммов микроорганизмов.
4. Регуляция метаболизма в микробной клетке (регуляция активности, механизм индукции и репрессии синтеза ферментов, аминокислотный контроль метаболизма, катаболитная репрессия, транзистентная репрессия).
5. Генетическое конструирование in vivo:

а) мутагенез, получение и выделение мутантов. Ре- вертанты, ауксотрофы;

б) хромосомы - основной генетический элемент прокариотических клеток;

в) плазмиды - дар природы генной инженерии и проклятие врачей;

г) фаги - важнейший инструмент генетического анализа и конструирования;

д) процессы обмена наследственной инфомацией; ведущие к рекомбинации: гибридизация эукариотических клеток, конъюгация, трансдукция, трансформация, слияние протопластов.

3. Генетическая рекомбинация in vitro:

а) источники ДНК для клонирования, методы воссоединения фрагментов ДНК;

б) методы введения ДНК в бактериальные клетки. Типы векторов. Требования, предъявляемые к векторам;

в) клонирование, методы идентификации клонов, содержащих рекомбинантные ДНК. Условия экспрессии чужеродных генов в микроорганизмах.

IV.Клеточная инженерия:

а) культура клеток животных;

б) культура клеток растений.

### Тема «Биотехнология и энергетика»

1. Энергетическая биотехнология. Общие задачи.
2. Получение биогаза.
3. Получение этанола как топлива.
4. Превращение энергии солнечного света.
5. Фотопроизводство водорода.
6. Очистка сточных вод.

## ПРИМЕРНЫЕ УЧЕБНЫЕ ЗАДАЧИ

1. В аппарат для конверсии метана с водяным паром подают их смесь в соотношении 1:3. Определить процентный состав смеси, если прореагировало 50% смеси.

2. Определить массу кальцинированной соды, содержащей 10% примесей, которая необходима для производства 109,1 кг хрустального стекла состава $Na_2O \cdot 3PbO \cdot 6SiO_2$

3. Для сжигания 20 л смеси пропана и бутана израсходовано 124 л кислорода. Определить процентный состав смеси.

4. Какую массу 65% азотной кислоты можно получить можно получить из 2 т аммиака, если выход продукта окисления в контактном аппарате составляет 98%, а выход кислоты в поглотительных колоннах составляет 95% ?

2т x $2 \cdot 63 \cdot 0{,}98 \cdot 0{,}95$

$NH_3 \longrightarrow HNO_3$ x = ---------- = 6,9 т

17 63 17

6,9 т ----- 65% $6{,}9 \cdot 100$

x ----- 100% x = ---------- = 10,615 т

65 **Ответ: 10,615 т.**

5. Сколько сурика $Pв_3O_4$, борной кислоты и кварцевого песка надо взять для изготовления 10 т стекла состава $PвO$ – 84%, $B_2O_3$ – 11,5%, $SiO_2$ – 4,5% ?

6. Какую массу 77%-ной серной кислоты можно получить из 1 т колчедана, содержащего 10% примесей, если степень выгорания серы составляет 97% ?**Ответ: 1909,09 т.**

7. Найти объем аммиака, который образуется при однократном прохождении через контактный аппарат смеси, состоящей из 140 кг азота и 45 кг водорода, если выход продукта составляет 20%.

8. Составьте материальный баланс процесса нейтрализации азотной кислоты аммиаком. Концентрация азотной кислоты – 55%, газообразного аммиака – 100%, нитрата аммония – 85%. Потери аммиака и азотной кислоты составляют по 1%.

| Приход | | Расход | |
|---|---|---|---|
| Исходное вещество | m, кг | Продукт, потери | m, кг |
| $HNO_3$ | 795,4 | $NH_4NO_3$ (в пересчете на 100%) | 1000 |
| $H_2O$ | 650,8 | $H_2O$ (соковый пар) | 176,47 |
| $NH_3$ | 214,6 | $H_2O$ | 474,33 |
| | | Потери $NH_3$ | 2,1 |
| | | Потери $HNO_3$ | 7,9 |
| Итого | 1660,8 | | 1660,8 |

9. Составить материальный баланс синтеза аммиака из чистой азотоводородной смеси, если выход продукта составляет 95%.

10. Найти нормальную концентрацию 59,24%-го раствора серной кислоты. Плотность – 1,49 г/см$^3$.

11. Сколько кальцинированной соды, мела и кварцевого песка необходимо взять для производства 100т оконного стекла состава $Na_2O \cdot CaO \cdot 6SiO_2$?

12. Определить массу сульфата аммония по отношению к расходуемым кислоте и аммиаку, если для получения 1 т его расходуется 0,97 т 78%-го раствора серной кислоты и 09,27 т аммиака.

13. Определить массу аммиака, необходимую для производства 5 т 60%-ой азотной кислоты, если потери аммиака составляют 2,8%.

14. Определить массу воды, необходимой для синтеза 5 т концентрированной азотной кислоты, если потери воды составляют 5%. Исходные вещества – вода, кислород, димер диоксида азота.

15. Смешаны 70 мл 40%-го раствора и 80 мл 12%-го раствора серной кислоты. Определить процентную концентрацию полученного раствора.

16. Химическое соединение – газ, содержащий 87,5 % углерода и 14,3% водорода, 5,25 г которого занимает объем 2,8 л. Определить структурную формулу, если известно, что вещество обесцвечивает бромную воду.

17. Определить выход (%) по отношению к теоретически возможному, если при производстве 98%-ной азотной кислоты на каждую ее тонну расходуется 0,29 т аммиака.

18. Определить массу 10%-го раствора, который необходимо прибавить к 100 г 30%-го раствора, чтобы образовался 26%-ный раствор гидроксида натрия.

19. При сжигании 5,76 г вещества образовалось 2,12 г соды, 5,824 л углекислого газа и 1,8 г воды. Определить молекулярную формулу вещества.

20. Найти массу 96%-ной серной кислоты, которую можно получить из 60 т серного колчедана, если выход от теоретически возможного составляет 85%.

21.Вычислить выход продукта (в %), если при производстве 1 т негашеной извести, содержащий 85% CaO, расходуется 1,7 т известняка, содержащего 6% примесей.

22. Какая масса 96%-го этанола может быть получена из 45 $м^3$ нефтяного газа (объемная доля этана – 11%), если потери составляют 15% ?

**Ответ:** 12,46 кг

23. При газификации 66 кг угля с массовой долей углерода 55,6% получили 11 $м^3$ метана. Найти выход продукта от теоретически возможного. **Ответ:** 16,06%.

24. При электролизе хлорида натрия при силе тока 1500А в течение 36 часов было получено 67,94 кг хлора. Определить выход по току. **Ответ:** 95,1%

25. Найдите массы исходных материалов для производства 1т карбида кальция, содержащего 10% примесей, если антрацит марки АК содержит 96% углерода, а известь – 85% оксида кальция. **Ответ:** m (известняка) = 926,47 кг; m (антрацита) = 527,34 кг.

26. Из 100 кг технического карбида кальция, содержащего 80% карбида, получили 75 кг уксусной кислоты. Найти выход продукта от теоретически возможного. **Ответ:** 88,89%.

27. Объемная доля метана в природном газе составляет 95%. Определите объем полученного ацетилена из 240 л метана, если его выход составляет 60%. **Ответ:** 68,4 л.

28. Рассчитайте массу метилацетата (побочный продукт производства уксусной кислоты) получаемого на установке производительностью 2000 кг/ч уксусной кислоты, если выход уксусной кислоты на стадии окисления составляет 97% на ацетальдегид, а в метилацетат превращается 1% ацетальдегида. **Ответ:** 12,85 кг.

29. Из технического карбида кальция массой 20 кг получили ацетилен, при пропускании которого через избыток бромной воды получили 86,5 кг 1,1,2,2-тетрабромэтана. Определите массовую долю $CaC_2$ в техническом карбиде. **Ответ:** 80%.

30. При взаимодействии 2$м^3$монооксида углерода и 5 $м^3$ водорода получили 2,04 кг метанола. Найти выход продукта от теоретически возможного. **Ответ:** 71,4%.

31. Найти массу ацетальдегида, которую можно получить из 500 кг технического карбида кальция, содержащего 10,4% примесей, если выход ацетальдегида составляет 75%.

**Ответ:** 231 кг.

32. Какую массу муравьиной кислоты можно получить каталитическим окислением 420 $м^3$ природного газа, содержащего 96% метана (н.у.), если выход кислоты составляет 70% ?

**Ответ:** 579,6 кг.

33. Найти массу целлюлозы и объем 80%-го раствора азотной кислоты (плотность – 1,15г/$см^3$) необходимые для получения тринитроцеллюлозы массой 990 кг, если выход ее составляет 66,7%. **Ответ:** 810 кг целлюлозы и 1027 л азотной кислоты.

34. Найти массу доломита, содержащего 8% примесей, необходимого для производства 56$м^3$ диоксида углерода, если выход составляет 90%. **Ответ:** 225 кг.

35. В реактор для получения водорода пропустили смесь монооксида углерода и водяного пара в соотношении 1:5. Определить процентный состав образовавшейся парогазо-

вой смеси, если содержание монооксида углерода после ее выхода из контактного аппарата составляло 10%. **Ответ:** $CO$ – 10%; $H_2O$ – 76,66%; $CO_2$ – 6,67%; $H_2$ – 6,67%.

36. При прокаливании 48,3 г кристаллогидрата сульфата натрия образовалось 21,3 г безводной соли. Определить состав кристаллогидрата сульфата натрия.

**Ответ:** $Na_2SO_4 \cdot 10\ H_2O$.

37. Найти массу меди, выделившейся на катоде при пропускании через раствор медного купороса электрического тока силой 2,68А в течение 30 минут. **Ответ:** 1,6 г.

38. При дегидрировании 4,24 кг этилбензола получили стирол, выход которого составил 75%. Какую массу раствора брома в тетрахлориде углерода может обесцветить полученный стирол, если массовая доля брома в растворе составляет 4% ?**Ответ:** 120 кг.

39. Определить формулу вторичного амина, массовые доли атомарных углерода, водорода и азота в котором составляют 61%, 15,3% и 23,7%.

**Ответ:** $C_3H_9N$ или $CH_3 – NH – C_2H_5$ (метилэтиламин).

40. Найти массу пропилата натрия, который может быть получен при взаимодействии 15кг пропанола-1 с 9,2 кг натрия. **Ответ:** 20,5 кг.

41. Какая масса формалина может образоваться, если использовать альдегид, полученный при каталитическом окислении 336 $м^3$ метана (н.у) кислородом воздуха, если выход продукта в реакции окисления равен 60% ? **Ответ:** 675 кг.

42. Найти объем 80%-го раствора уксусной кислоты плотностью 1,070 г/мл, который надо взять для приготовления 6%-го раствора столового уксуса объемом 200 мл и плотностью 1,007г/мл. **Ответ:** 14,1 мл.

43. Какая масса бензола потребуется для получения 279 кг анилина, если выход его составляет 75% ?**Ответ:** 312 кг.

## ТРЕБОВАНИЯ К ФОРМЕ ОТЧЕТА ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ

**Форма отчета.** Отчет должен содержать название, цель работы, описание хода работы, схемы приборов, расчеты, таблицы, графики, вывод.

## ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ

1. Предмет и задачи биотехнологии. Структура, периодизация развития.
2. Современные методы создания промышленных штаммов.
3. Физико-химические методы, применяемые в биотехнологии.
4. Методы генетического конструирования in vitro. Источники ДНК для клонирования, методы воссоединения фрагментов.
5. Генетическое конструирование in vivo. Получение и выделение мутантов. Ревертанты, ауксотрофы.
6. Трансформация. Использование хромосомной и плазмидной трансформации в конструировании штаммов микроорганизмов.
7. Процессы обмена наследственной информацией, ведущие к рекомбинации на примере конъюгации.
8. Процессы обмена наследственной информацией, ведущие к рекомбинации на примере трансдукции.
9. Метод слияния протопластов, его использование при конструировании штаммов микроорганизмов.
10. Методы получения протопластов. Значение для селекции.
11. Фаги – важнейшие инструменты генетического анализа и конструирования штаммов бактерий.
12. Плазмиды. Особенности организации. Классификация.
13. Дифференцировка и калусогенез как основа создания пересадочных культур.
14. Векторные молекулы. Типы векторов. Требования, предъявляемые к векторам.

15. Методы введения векторов в клетку реципиента.
16. Клонирование и экспрессия чужеродных генов в клетке. Методы идентификации клонов.
17. Использование методов генетической инженерии для получения штаммов производителей интерферонов.
18. Поликлональные и моноклональные антитела. Методы создания. Применение.
19. Клеточная инженерия. Культуры животных и растительных тканей.
20. Генетическая инженерия растений. Трансгенные растения.
21. Возможности генетической инженерии животных. Трансгенные животные.
22. Перспективы развития биотехнологии. Политика в область развития биотехнологии.
23. Задачи биотехнологических производств. Использование коммерческих продуктов в народном хозяйстве.
24. Создание искусственных ассоциаций культивируемых клеток высших растений с микроорганизмами (клубеньковыми бактериями, цианобактериями, грибами и т. д.).
25. Микробиологические технологии как основа биотехнологии в целом. Сходства и отличия химических и биотехнологических производств.
26. Стадии биотехнологических процессов. Схема производства.
27. Классификация биотехнологических процессов.
28. Характеристика питательных сред, сырье для их производства.
29. Живая клетка – центральное звено биотехнологического процесса. Требования предъявляемые к промышленным штаммам.
30. Живая клетка – центральное звено биотехнологического процесса. Требования предъявляемые к промышленным штаммам.
31. Технология производства белковых веществ.
32. Производство первичных метаболитов.
33. Производство первичных метаболитов.
34. Технология производства капсульных полисахаридов.
35. Получение липидов методами биотехнологии. Использование липидов микробного происхождения.
36. Инженерная энзимология. Сферы приложения.
37. Ферменты используемые в промышленности. Источники, классификация.
38. Иммобилизованные ферменты. Преимущества перед свободными предшественниками.
39. Характеристика и классификация носителей используемых для иммобилизации ферментов.
40. Физические методы иммобилизации ферментов.
41. Химические методы иммобилизации ферментов.
42. Применение иммобилизованных ферментов в различных областях народного хозяйства.
43. Использование ферментных систем микроорганизмов в пищевой промышленности.
44. Достижения биотехнологии используемые для решения экологических проблем.
45. Использование знаний биотехнологии в школьном курсе химии.
46. Пути повышения эффективности фотосинтетических систем.
47. Актуальность проблемы обеспечения человечества энергией. Биотехнологии – для решения энергетических проблем.
48. Использование знаний биотехнологии в школьном курсе биологии и химии.
49. Понятие и содержание науки «Химическая технология», связь ее с другими науками. Химическая промышленность как отрасль материального производства. Особенности отраслевой структуры химического комплекса. Современное состояние химической промышленности, химизация народного хозяйства.

50. Сырьё, его виды, классификация, общая подготовка сырья. Принцип рационального использования сырья. Механические и физико-химические методы обогащения сырья.
51. Виды и источники энергии, применяемые в химической промышленности. Энергоёмкость химико-технологических процессов. Рациональное использование энергии. Новые виды энергии в химической промышленности.
52. Вода в химической промышленности. Характеристика природных вод. Подготовка промышленной воды. Очистка питьевой воды.
53. Химико-технологический процесс, его структура. Классификация химико-технологических процессов. Организация химико-технологического процесса.
54. Общая характеристика и классификация процессов химической технологии (5 групп процессов).
55. Катализ в химической промышленности. Типы каталитических процессов. Свойства твёрдых катализаторов.
56. Контактные аппараты. Устройство и показатели работы контактных аппаратов.
57. Типы технологических схем, технологические и технико-экономические показатели химического производства. Балансы производства продукции.
58. Серная кислота, её свойства, сорта, применение. Сырьё сернокислотного производства. Способы производства серной кислоты.
59. Получение оксида серы (IV). Обжиг колчедана как пример гетерогенного некаталитического процесса. Сжигание серы и сероводорода при производстве сернистого газа.
60. Типы обжиговых печей и печей для сжигания серы в производстве серной кислоты. Специальная очистка обжигового газа.
61. Окисление оксида серы (IV) как пример обратимого гетерогенного каталитического процесса. Хемосорбция оксида серы (VI). Принципиальная схема производства серной кислоты контактным способом из колчедана.
62. Особенности производства серной кислоты по «короткой схеме», способом «мокрого катализа». Основные тенденции в развитии сернокислотного производства.
63. Соединения азота, их значение для народного хозяйства. Промышленные методы связывания азота. Сырьё в производстве аммиака.
64. Способы производства азота и водорода для синтеза аммиака.
65. Синтез аммиака как пример каталитического процесса. Теоретические основы синтеза. Производство аммиака. Принципиальная схема производства аммиака при среднем давлении.
66. Азотная кислота, её свойства, применение. Основные стадии производства. Теоретические основы окисления аммиака методом избирательного катализа.
67. Принципиальная схема производства разбавленной азотной кислоты комбинированным методом, его преимущества. Производство концентрированной азотной кислоты.
68. Способы получения солей. Роль минеральных удобрений и средств защиты растений для народного хозяйства. Классификация и характеристика минеральных удобрений.
69. Азотные удобрения, их классификация. Производство аммонийной селитры.
70. Карбамид. Производство карбамида. Принципиальная схема производства.
71. Калийные удобрения. Физико-химические процессы их получения.
72. Фосфорные удобрения, их классификация, сырьё. Производство простого и двойного суперфосфата. Принципиальная схема производства.
73. Силикаты. Классификация, сырьё, типовые технологические процессы производства силикатов. Производство строительных материалов: извести, кирпича.

74. Огнеупоры. Основные виды огнеупоров, принципы их получения. Производство портландцемента. Физико-химические процессы и принципиальная схема производства.
75. Стекло. Состав, строение, классификация стёкол. Варка стекла. Переработка стекла.
76. Теоретические основы промышленного электролиза. Количественные показатели процесса электролиза. Производство хлора и гидроксида натрия методом электролиза. Теоретические основы электролиза с диафрагменным и ртутным катодами.
77. Металлургия. Сырьё чёрной и цветной металлургии. Основные способы получения металлов.
78. Цветная металлургия. Производство алюминия. Методы получения глинозема. Химизм процесса производства алюминия и принципиальная схема производства.
79. Сплавы. Сплавы чёрной и цветной металлургии. Производство чугуна. Теоретические основы доменного процесса. Устройство и работа доменной печи. Доменный двор.
80. Производство стали. Классификация и сравнительная оценка методов выплавки стали. Мартеновский способ выплавки стали, его особенности.
81. Кислородно-конверторный способ производства стали, его особенности. Производство электростали. Технологическая схема производства.
82. Принципиальная схема прямого восстановления железа из руд. Порошковая металлургия.
83. Топливо. Классификация топлив. Основные способы переработки твердых, жидких и газообразных топлив.
84. Переработка твердого топлива. Коксование. Полукоксование. Улавливание и переработка продуктов коксования.
85. Газификация твердого топлива. Автотермические процессы. Аллотермические процессы.
86. Нефть. Характеристика, классификация, подготовка нефти к переработке. Физические методы переработки нефти. Перегонка нефти. Технологическая схема производства.
87. Химические методы переработки нефти и нефтепродуктов. Классификация и краткая характеристика методов вторичной переработки нефти.
88. Термические способы переработки нефти. Принципиальная схема термического крекинга.
89. Каталитический крекинг нефти. Технологическая схема производства.
90. Газообразное топливо. Характеристика и способы переработки. Конверсия метана. Технологическая схема производства.

### 6.3. Оценочные средства для проверки уровня сформированности компетенций ПК-1

Тесты содержат следующие типы заданий

| Тип задания | № задания | Вес задания (балл) | Результат оценивания (баллы, полученные за выполнение задания / характеристика правильного ответа) |
|---|---|---|---|
| Задания закрытого типа с выбором одного правильного ответа (1 – 4 ) | 1, 2, 3 | 1 балл | 1 б – полное правильное соответствие;<br>0 б – остальные случаи |
| Задания закрытого типа с выбором нескольких правильных ответов (2 | 4, 5, 6 | 2 балла | 2 б – полное правильное соответствие (последовательность вариантов ответа может быть |

| | | | |
|---|---|---|---|
| из 4 ) | | | любой);<br>1 б – если допущена одна ошибка / ответ правильный, но не полный;<br>0 б – остальные случаи |
| Задания закрытого типа на установление соответствия (3 на 3 и 4 на 4 ) | 7, 8 | 2 балла | 2 б – полное правильное соответствие;<br>1 б – если допущена одна ошибка / ответ правильный, но не полный;<br>0 б – остальные случаи |
| Задания закрытого типа на установление последовательности | 9, 10 | 2 балла | 2 б – полное правильное соответствие;<br>1 б – если допущена одна ошибка / ответ правильный, но не полный;<br>0 б – остальные случаи |
| Задания открытого типа с кратким ответом | 11, 12, 13 | 3 балла | 3 б – полное правильное соответствие;<br>0 б – остальные случаи |
| Задания открытого типа с развернутым ответом | 14, 15 | 5 баллов | 5 б – полное правильное соответствие;<br>3 б – если допущена одна ошибка /неточность/;<br>2 б – если допущено более одной ошибки;<br>0 б – ответ не / ответ отсутствует |

| Формируемая компетенция | Индикаторы сформированности компетенции |
|---|---|
| **ПК-1.** Владеет системой фундаментальных химических понятий и законов. | • **ПК-1.1** Понимает основные принципы, законы, методологию изучаемых химических дисциплин, теоретические основы физических и физико-химических методов исследования;<br>• **ПК-1.2** Использует фундаментальные химические понятия в своей профессиональной деятельности. |

**Задание 1. Какой из перечисленных методов используется для получения высокочистых ферментных препаратов в биотехнологии?**

1. Кристаллизация
2. Дистилляция
3. Ультрафильтрация
4. Возгонка

**Ответ:** 3

**Задание 2. Какой закон химии лежит в основе расчёта материального баланса химико-технологического процесса?**

1. Закон Авогадро

2. Закон сохранения массы веществ
3. Закон действующих масс
4. Закон Гесса

**Ответ:** 2

**Задание 3. Какой из процессов является примером гетерогенного каталитического процесса в химической технологии?**

1. Гидролиз сахарозы
2. Окисление $SO_2$ в $SO_3$ на ванадиевом катализаторе
3. Нейтрализация кислоты щёлочью
4. Электролиз раствора NaCl

**Ответ:** 2

**Задание 4. Какие из перечисленных методов относятся к физическим методам иммобилизации ферментов?**

1. Адсорбция на носителе
2. Ковалентное связывание
3. Включение в гель
4. Сшивание глутаровым альдегидом

**Ответ:** 1, 3

**Задание 5. Какие из перечисленных факторов влияют на скорость химико-технологического процесса?**

1. Концентрация реагентов
2. Температура
3. Цвет реакционной смеси
4. Давление

**Ответ:** 1, 2, 4

**Задание 6. Какие из перечисленных процессов относятся к биотехнологическим методам получения энергии?**

1. Фотосинтез
2. Анаэробное сбраживание биомассы
3. Каталитический крекинг нефти
4. Газификация угля

**Ответ:** 1, 2

**Задание 7. Установите соответствие между видом сырья и его примером в химической промышленности:**

Минеральное : Апатиты
Органическое : Нефть
Газообразное : Природный газ

**Задание 8. Установите соответствие между этапом биотехнологического производства и его содержанием:**

Ферментация : Накопление биомассы или метаболитов
Очистка : Выделение целевого продукта
Иммобилизация : Закрепление фермента на носителе
Сушка : Удаление влаги из продукта

**Задание 9. Установите правильную последовательность стадий производства серной кислоты контактным способом:**

1 : Обжиг сырья (серы или колчедана)
2 : Очистка газа от примесей
3 : Окисление $SO_2$ в $SO_3$ на катализаторе
4 : Абсорбция $SO_3$

**Задание 10. Установите правильную последовательность этапов генетического конструирования in vitro:**
1 : Выделение гена
2 : Создание рекомбинантной ДНК с помощью вектора
3 : Введение рекомбинантной ДНК в клетку-хозяина
4 : Клонирование и экспрессия гена

**Задание 11. Как называется процесс получения аммиака из азота и водорода в присутствии катализатора?**
**Ответ:** Синтез аммиака

**Задание 12. Какой метод используется для разделения смеси твёрдых веществ на основе различия в их растворимости?**
**Ответ:** Кристаллизация

**Задание 13. Как называется носитель, используемый для иммобилизации ферментов методом включения в гель?**
**Ответ:** Альгинат (или полиакриламид)

**Задание 14. Объясните, каким образом применение принципа Ле Шателье позволяет оптимизировать процесс синтеза аммиака. Приведите пример изменения одного из параметров процесса (температура, давление, концентрация) и его влияние на выход продукта.**
**Пример ответа:**
Принцип Ле Шателье гласит, что при изменении условий равновесия система стремится компенсировать это изменение. Синтез аммиака — экзотермическая обратимая реакция:
N2+3H2⇌2NH3+тепло$N2+3H2 \rightleftharpoons 2NH3$+тепло
При повышении температуры равновесие смещается в сторону эндотермической реакции, то есть влево, что снижает выход аммиака. Поэтому для увеличения выхода процесс проводят при умеренных температурах (450–500 °C) в присутствии катализатора. Увеличение давления смещает равновесие в сторону уменьшения объёма (вправо), повышая выход $NH_3$.

**Задание 15. Опишите, как фундаментальные химические законы (закон сохранения массы, закон действующих масс) применяются при расчёте материального и энергетического баланса в биотехнологическом производстве. Приведите конкретный пример из программы дисциплины.**
**Пример ответа:**
Закон сохранения массы используется при составлении материального баланса: масса исходных веществ равна массе продуктов и отходов. Например, при производстве этанола путём брожения: масса сахара, дрожжей и воды должна равняться массе этанола, $CO_2$ и побочных продуктов.
Закон действующих масс применяется для расчёта скорости процесса, например, при ферментативном гидролизе крахмала: скорость реакции зависит от концентрации субстрата и фермента. Эти расчёты позволяют оптимизировать режим процесса, снизить расход сырья и повысить выход целевого продукта.

**Оценочные средства для проверки уровня сформированности компетенций ПК-5**

Тесты содержат следующие типы заданий

| Тип задания | № задания | Вес задания (балл) | Результат оценивания (баллы, полученные за выполнение задания / характеристика правильного ответа) |
|---|---|---|---|
| Задания закрытого типа с выбором одного правильного ответа (1 – 4 ) | 1, 2, 3 | 1 балл | 1 б – полное правильное соответствие;<br>0 б – остальные случаи |
| Задания закрытого типа с выбором нескольких правильных ответов (2 из 4 ) | 4, 5, 6 | 2 балла | 2 б – полное правильное соответствие (последовательность вариантов ответа может быть любой);<br>1 б – если допущена одна ошибка / ответ правильный, но не полный;<br>0 б – остальные случаи |
| Задания закрытого типа на установление соответствия (3 на 3 и 4 на 4 ) | 7, 8 | 2 балла | 2 б – полное правильное соответствие;<br>1 б – если допущена одна ошибка / ответ правильный, но не полный;<br>0 б – остальные случаи |
| Задания закрытого типа на установление последовательности | 9, 10 | 2 балла | 2 б – полное правильное соответствие;<br>1 б – если допущена одна ошибка / ответ правильный, но не полный;<br>0 б – остальные случаи |
| Задания открытого типа с кратким ответом | 11, 12, 13 | 3 балла | 3 б – полное правильное соответствие;<br>0 б – остальные случаи |
| Задания открытого типа с развернутым ответом | 14, 15 | 5 баллов | 5 б – полное правильное соответствие;<br>3 б – если допущена одна ошибка /неточность/;<br>2 б – если допущено более одной ошибки;<br>0 б – ответ не / ответ отсутствует |

| Формируемая компетенция | Индикаторы сформированности компетенции |
|---|---|
| **ПК-5.** Способен осуществлять контроль качества сырья, компонентов и выпускаемой продукции химического назначения под руководством специалистов более высокой квалификации. | • **ПК-5.1** Выбирает методы и средства контроля качества, сырья, компонентов и выпускаемой продукции химического назначения на соответствие требуемой нормативной документации<br>• **ПК-5.2** Выполняет стандартные |

| | |
|---|---|
| | операции на типовом оборудовании для характеристики сырья, промежуточной и конечной продукции химического производства.<br>• **ПК-5.3** Составляет протоколы испытаний, отчеты о выполненной работе по заданной форме |

**Задание 1. Какой метод химического анализа является стандартным для определения кислотности (титруемой кислотности) молока или молочных продуктов?**

1. Рефрактометрия
2. Ацидометрическое титрование
3. Поляриметрия
4. Кондуктометрия

**Ответ:** 2

**Задание 2. Какой показатель качества воды определяется титрованием раствором трилона Б (ЭДТА) и указывает на содержание солей кальция и магния?**

1. Окисляемость
2. Жёсткость
3. Солесодержание
4. Щёлочность

**Ответ:** 2

**Задание 3. Для контроля содержания какого аниона в сточных водах или технологических растворах чаще всего применяют метод ионной хроматографии?**

1. Карбонат-иона ($CO_3^{2-}$)
2. Сульфат-иона ($SO_4^{2-}$)
3. Хлорид-иона ($Cl^-$)
4. Гидроксид-иона ($OH^-$)

**Ответ:** 2

**Задание 4. Какие из перечисленных методов являются стандартными физико-химическими методами контроля качества нефтепродуктов (бензина)?**

1. Определение октанового числа
2. Определение температуры замерзания
3. Определение фракционного состава (перегонка)
4. Определение цветности по шкале йода

**Ответ:** 1, 3

**Задание 5. Какие из перечисленных операций являются стандартными при подготовке пробы твёрдого сырья (например, угля или руды) к химическому анализу?**

1. Квартование
2. Сушка до постоянной массы
3. Растворение в царской водке
4. Измельчение и истирание

**Ответ:** 1, 2, 4

**Задание 6. При контроле качества серной кислоты на соответствие нормативной документации (ГОСТ) определяют:**

1. Массовую долю моногидрата ($H_2SO_4$)
2. Массовую долю оксидов азота

3. Массовую долю железа
4. Удельную электропроводность

**Ответ:** 1, 3

**Задание 7. Установите соответствие между видом анализируемого объекта и рекомендуемым типовым методом контроля его ключевого показателя качества.**
Сточные воды : Определение $БПК_5$ (биохимическое потребление кислорода)
Техническая сода ($Na_2CO_3$) : Кислотно-основное титрование
Минеральное удобрение : Гравиметрия (весовой анализ)

**Задание 8. Установите соответствие между этапом контроля качества химического производства и его основным содержанием.**
Контроль сырья : Проведение входного анализа и оформление паспорта
Пооперационный контроль : Проверка параметров процесса (т-ра, давление) по КИП
Контроль готовой продукции : Анализ на соответствие ТУ или ГОСТ перед отгрузкой
Оформление результатов : Запись данных в журнал, составление протокола испытаний по установленной форме

**Задание 9. Установите правильную последовательность операций при определении общей** жёсткости воды методом комплексонометрического титрования (трилонометрии):
1 : Приготовление рабочего раствора трилона Б с известной концентрацией.
2 : Отбор средней пробы воды и её фильтрование.
3 : Добавление в пробу аммиачного буферного раствора и индикатора (хром тёмно-синий).
4 : Титрование анализируемой пробы раствором трилона Б в присутствии индикатора.
5 : Расчёт жёсткости по результатам титрования.

**Задание 10. Установите правильную последовательность действий при оформлении протокола лабораторных испытаний готовой партии химического продукта:**
1 : Проведение испытаний по утверждённой методике (МВИ).
2 : Внесение результатов измерений и расчётов в соответствующие графы бланка.
3 : Сравнение полученных данных с требованиями нормативного документа (НД)
4 : Формулировка заключения о соответствии (или несоответствии) продукции.
5 : Подписание протокола ответственным исполнителем и руководителем.

**Задание 11. Как называется документ, устанавливающий обязательные требования к качеству продукции, её безопасности и методам контроля?**
**Ответ:** Технический регламент (или Государственный стандарт / ГОСТ)

**Задание 12. Для измерения какого физико-химического показателя жидкости (например, в молоке или растворах) применяется прибор под названием «рефрактометр»?**
**Ответ:** Показатель преломления (или концентрация сухих веществ)

**Задание 13. Как называется стандартная операция разделения и количественного определения компонентов смеси, основанная на различии в их распределении между двумя несмешивающимися фазами?**
**Ответ:** Хроматография

**Задание 14. Опишите последовательность действий и обоснуйте выбор методов при проведении входного контроля партии калийного удобрения (хлористого калия) на**

**соответствие ГОСТ по показателям «массовая доля калия в пересчёте на $K_2O$» и «массовая доля воды». Какое типовое оборудование будет использовано?**

**Пример ответа:**

1. **Отбор проб:** Проводится отбор средней пробы от партии по ГОСТ, методом квартования получают лабораторную пробу.
2. **Подготовка пробы:** Проба высушивается до постоянной массы в сушильном шкафу при 105°C для определения влаги.
3. **Определение массовой доли воды (влаги):** Используется **весовой метод (гравиметрия)**. Навеску удобрения взвешивают, сушат и повторно взвешивают. Потери массы соответствуют содержанию воды. Оборудование: аналитические весы, сушильный шкаф, эксикатор.
4. **Определение массовой доли $K_2O$:** Основной метод — **химический (объёмный)**. Навеску удобрения растворяют, осаждают калий в виде гексахлороплатината калия или используют метод пламенной фотометрии/атомно-эмиссионной спектрометрии (АЭС). Последний метод более современный и точный. Оборудование: пламенный фотометр или АЭС-спектрометр, мерная посуда.
5. **Оформление:** Полученные данные заносятся в рабочий журнал, сравниваются с нормами ГОСТ. На их основе составляется протокол испытаний с заключением о соответствии.

**Задание 15**. **Вам поручено провести контроль качества готовой партии серной кислоты контактного способа производства на соответствие ГОСТ 2184-2013 (кислота техническая). По результатам анализа получены следующие данные: массовая доля $H_2SO_4$ – 92.5%, массовая доля железа – 0.005%, массовая доля остатка после прокаливания – 0.015%. Согласно ГОСТу для данного сорта допустимые нормы составляют: $H_2SO_4$ – не менее 92.5%, Fe – не более 0.006%, остаток после прокаливания – не более 0.02%. Опишите ваши действия по оформлению протокола испытаний и принятию решения о соответствии продукции. Какой раздел протокола является ключевым для итогового заключения?**

**Пример ответа:**

1. **Оформление протокола испытаний:**
   - В протокол вносятся все реквизиты: номер партии, дата отбора проб, дата проведения испытаний, номер протокола.
   - В таблице результатов указываются: наименование определяемых показателей, полученные значения, единицы измерения, методы испытаний (ссылка на ГОСТы методов), допустимые нормы согласно ГОСТ 2184-2013.
   - Заполняются данные об использованном оборудовании и реактивах.
   - Протокол подписывается исполнителем (лаборантом/химиком) и утверждается руководителем лаборатории.
2. **Анализ результатов и принятие решения:**
   - Проводится сравнение каждого полученного результата с нормами ГОСТ:
     - $H_2SO_4$: 92.5% ≥ 92.5% — **соответствует** (на нижней границе нормы).
     - Fe: 0.005% ≤ 0.006% — **соответствует**.
     - Остаток после прокаливания: 0.015% ≤ 0.02% — **соответствует**.
   - Поскольку все три ключевых показателя соответствуют требованиям нормативного документа, продукция признается соответствующей.
3. **Ключевой раздел протокола:**
   - Ключевым разделом является **«Заключение о соответствии»** или **«Выводы»**. В этом разделе на основании сравнения данных формулируется итоговый вывод:
     *«По результатам проведенных испытаний образец серной кислоты, партия

№ ..., соответствует требованиям ГОСТ 2184-2013 (сорт ...) и признается годной к реализации и применению»*.

- Если бы хотя бы один показатель выходил за допустимые пределы, в заключении указывалось бы несоответствие конкретному пункту ГОСТа и продукция браковалась.

4. **Действия по результатам:**
   - На партию продукции выписывается паспорт качества, в который переносятся данные из протокола испытаний.
   - Протокол подшивается в архив лаборатории, а копия передается в отдел технического контроля (ОТК) и/или отдел сбыта для сопровождения партии при отгрузке.

**Оценочные средства для проверки уровня сформированности компетенций ОПК-1**

Тесты содержат следующие типы заданий

| **Тип задания** | **№ задания** | **Вес задания (балл)** | **Результат оценивания (баллы, полученные за выполнение задания / характеристика правильного ответа)** |
|---|---|---|---|
| Задания закрытого типа с выбором одного правильного ответа (1 – 4 ) | 1, 2, 3 | 1 балл | 1 б – полное правильное соответствие;<br>0 б – остальные случаи |
| Задания закрытого типа с выбором нескольких правильных ответов (2 из 4 ) | 4, 5, 6 | 2 балла | 2 б – полное правильное соответствие (последовательность вариантов ответа может быть любой);<br>1 б – если допущена одна ошибка / ответ правильный, но не полный;<br>0 б – остальные случаи |
| Задания закрытого типа на установление соответствия (3 на 3 и 4 на 4 ) | 7, 8 | 2 балла | 2 б – полное правильное соответствие;<br>1 б – если допущена одна ошибка / ответ правильный, но не полный;<br>0 б – остальные случаи |
| Задания закрытого типа на установление последовательности | 9, 10 | 2 балла | 2 б – полное правильное соответствие;<br>1 б – если допущена одна ошибка / ответ правильный, но не полный;<br>0 б – остальные случаи |
| Задания открытого типа с кратким ответом | 11, 12, 13 | 3 балла | 3 б – полное правильное соответствие;<br>0 б – остальные случаи |
| Задания открытого типа с развернутым ответом | 14, 15 | 5 баллов | 5 б – полное правильное соответствие;<br>3 б – если допущена одна ошибка /неточность/;<br>2 б – если допущено более одной ошибки; |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | | 0 б – ответ не / ответ отсутствует |

| Формируемая компетенция | Индикаторы сформированности компетенции |
|---|---|
| **ОПК-1.** Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений. | • **ОПК-1.1** Систематизирует и анализирует результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств веществ и материалов<br>• **ОПК-1.2** Предлагает интерпретацию результатов собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии<br>• **ОПК-1.3** Формулирует заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности |

**Задание 1. При титровании 10 мл раствора молочной кислоты ($CH_3CH(OH)COOH$) 0.1 н. раствором NaOH с фенолфталеином затрачено 7.5 мл титранта. Рассчитайте массу молочной кислоты в пробе. Молярная масса эквивалента молочной кислоты равна 90 г/моль.**

1. 0.675 г
2. 0.0675 г
3. 0.00675 г
4. 6.75 г

**Ответ:** 2

**Задание 2. В ходе эксперимента по определению скорости коррозии металла в кислой среде было установлено, что образец массой 2.15 г после 5-суточного контакта с раствором HCl уменьшил массу на 0.043 г. Какова средняя скорость коррозии (г/сут)?**

1. 0.0086 г/сут
2. 0.043 г/сут
3. 0.015 г/сут
4. 0.0215 г/сут

**Ответ:** 1

**Задание 3. При хроматографическом анализе смеси органических кислот была получена хроматограмма с тремя пиками. Второй пик имел время удерживания 4.5 мин и площадь 2500 усл.ед. В качестве стандарта использовалась пропионовая кислота с временем удерживания 4.2 мин. Площадь пика стандарта составила 2000 усл.ед. при концентрации 0.1%. Какова концентрация компонента, соответствующего второму пику?**

1. 0.09%
2. 0.125%
3. 0.1%

4. 0.1125%
   **Ответ:** 2

**Задание 4. На основании данных эксперимента по изучению зависимости скорости ферментативной реакции от температуры были получены следующие результаты: при 20°C скорость составила 2 ед/мин, при 30°C — 4 ед/мин, при 40°C — 6 ед/мин, при 50°C — 5 ед/мин, при 60°C — 3 ед/мин. Какие выводы можно сделать из этих данных?**

1. Скорость реакции увеличивается с ростом температуры до 40°C
2. Температурный коэффициент $Q_{10}$ для интервала 20-30°C равен 2
3. Оптимальная температура для данного фермента составляет 40°C
4. При 60°C происходит полная инактивация фермента
   **Ответ:** 1, 2, 3

**Задание 5. При исследовании процесса окисления $SO_2$ в $SO_3$ на ванадиевом катализаторе были получены следующие данные: при 400°C степень превращения составляет 95%, при 450°C — 91%, при 500°C — 85%, при 550°C — 75%. Какие выводы верны на основе этих данных?**

1. Реакция окисления $SO_2$ является экзотермической
2. С ростом температуры степень превращения увеличивается
3. Оптимальная температура процесса находится в диапазоне 400-450°C
4. При температуре выше 500°C равновесие смещается в сторону исходных веществ
   **Ответ:** 1, 3, 4

**Задание 6. При изучении влияния pH на активность фермента амилазы получены следующие данные: pH 4.0 — активность 10%, pH 5.0 — 40%, pH 6.0 — 95%, pH 7.0 — 100%, pH 8.0 — 85%, pH 9.0 — 30%. Какие утверждения являются правильной интерпретацией результатов?**

1. Амилаза проявляет максимальную активность в нейтральной среде
2. Фермент сохраняет не менее 80% активности в диапазоне pH 6.0-8.0
3. При pH 4.0 происходит полная денатурация фермента
4. Оптимум pH для данного фермента находится в слабокислой области
   **Ответ:** 1, 2

**Задание 7. Установите соответствие между типом экспериментальных данных и методом их обработки/интерпретации:**

Данные по скорости реакции при разных температурах : Расчет выхода продукта по уравнению материального баланса

Результаты адсорбции вещества на поверхности катализатора при постоянной температуре : Построение изотермы адсорбции

Измерения электропроводности растворов электролитов разной концентрации : Определение степени диссоциации и константы диссоциации

**Задание 8. Установите соответствие между результатом эксперимента и теоретическим объяснением:**

При добавлении катализатора скорость реакции увеличивается в 100 раз : Снижение энергии активации реакции

При повышении давления в системе синтеза аммиака выход продукта увеличивается : Смещение химического равновесия в соответствии с принципом Ле Шателье

В процессе электролиза водного раствора NaCl на катоде выделяется водород, а не натрий : Различие электродных потенциалов и перенапряжение выделения металлов

При нагревании кристаллогидрата $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ наблюдается потеря массы и изменение цвета с синего на белый : Удаление кристаллизационной воды и изменение гидратации ионов меди

**Задание 9. Установите правильную последовательность этапов обработки результатов эксперимента по определению кислотности молока методом титрования:**
1 : Отбор и подготовка пробы молока
2 : Проведение контрольного опыта (титрование дистиллированной воды)
3 : Проведение титрования анализируемой пробы
4 : Внесение поправки на контрольный опыт
5 : Расчет массовой доли кислоты в пересчете на молочную кислоту

**Задание 10. Установите правильную последовательность действий при анализе и интерпретации хроматографических данных:**
1 : Получение хроматограмм стандартных веществ
2 : Получение хроматограммы анализируемой смеси
3 : Идентификация пиков по временам удерживания
4 : Количественная обработка данных (измерение площадей пиков)
5 : Расчет концентраций компонентов методом внутренней нормализации или внутреннего стандарта

**Задание 11. Как называется график, показывающий зависимость степени превращения реагента от времени протекания химической реакции?**
**Ответ:** Кинетическая кривая

**Задание 12. Как называется коэффициент, показывающий, во сколько раз увеличивается скорость химической реакции при повышении температуры на 10°C?**
**Ответ:** Температурный коэффициент ($Q_{10}$)

**Задание 13. Как называется характеристика, определяемая как отношение площади пика анализируемого компонента к площади пика стандартного вещества в хроматографическом анализе?**
**Ответ:** Относительный поправочный коэффициент

**Задание 14. При определении коррозионной стойкости стали в 1 М растворе $H_2SO_4$ по потере массы было получено, что образец площадью 10 см² за 48 часов потерял 0.048 г. Рассчитайте скорость коррозии в г/(м²·ч) и сделайте вывод о коррозионной стойкости материала, если известно, что для конструкционных сталей скорость коррозии менее 0.5 г/(м²·ч) считается низкой, от 0.5 до 1.5 — средней, а свыше 1.5 — высокой. Покажите ход расчетов и дайте краткую интерпретацию результата.**
**Пример компактного ответа:**

1. **Расчет:**
   - Площадь образца: $S = 10$ см² $= 0.001$ м²
   - Потеря массы: $\Delta m = 0.048$ г
   - Время экспозиции: $t = 48$ ч
   - Скорость коррозии: $v = \Delta m / (S \times t) = 0.048$ г / (0.001 м² × 48 ч) = **1.0 г/(м²·ч)**
2. **Вывод и интерпретация:**
   - Рассчитанная скорость коррозии (1.0 г/(м²·ч)) попадает в диапазон **средней коррозионной стойкости** (0.5-1.5 г/(м²·ч)).
   - Это означает, что данная сталь в 1 М серной кислоте корродирует с заметной, но не катастрофической скоростью. Для длительного применения в та-

кой среде потребуется дополнительная защита (покрытия, ингибиторы коррозии) или выбор более стойкого материала.

**Задание 15. В научной литературе описано, что при глубинном культивировании продуцента антибиотика в определенный момент (через 20 часов) прекращается рост биомассы, но начинает активно накапливаться целевой продукт. Ваши экспериментальные данные по культивированию другого штамма-продуцента фермента показывают аналогичную картину: фаза активного роста (трофофаза) длится 15 часов, после чего рост практически останавливается, но активность фермента в среде продолжает увеличиваться в течение следующих 25 часов. Сформулируйте общий вывод из анализа этих литературных и собственных экспериментальных данных. Какое фундаментальное свойство метаболизма микроорганизмов-продуцентов вторичных метаболитов (к которым относятся многие антибиотики и некоторые ферменты) это иллюстрирует? Как этот вывод должен учитываться при разработке технологического режима промышленного биосинтеза?**

**Пример ответа:**

1. **Общий вывод:** Наблюдаемая в экспериментах картина — разделение фазы роста биомассы (трофофазы) и фазы синтеза целевого продукта (идиофазы) — является характерной чертой для многих микроорганизмов, продуцирующих **вторичные метаболиты**. Это указывает на то, что синтез данных веществ не связан напрямую с процессами роста и деления клеток, а активируется при замедлении или остановке роста, часто в условиях стресса или ограничения по какому-либо ключевому питательному элементу.
2. **Фундаментальное свойство:** Данный феномен иллюстрирует свойство **дифференцированной регуляции метаболизма**, при котором в жизненном цикле культуры происходит переключение с программ, направленных на увеличение численности (первичный метаболизм), на программы, связанные с выживанием и конкурентными взаимодействиями в окружающей среде (вторичный метаболизм).
3. **Учет при разработке технологического режима:**
   - **Двухстадийный процесс:** Технология должна быть рассчитана на две основные стадии. Первая стадия направлена на **быстрое накопление биомассы** (высокие концентрации источников углерода, азота, фосфора, оптимальные для роста условия).
   - **Индукция синтеза:** На второй стадии необходимо создавать условия, **индуцирующие или дерепрессирующие синтез целевого продукта**. Часто это достигается ограничением источника азота, фосфора или углерода (в случае катаболитной репрессии), изменением pH, введением специфических индукторов или предшественников.
   - **Контроль параметров:** Необходим тщательный контроль параметров (pH, $pO_2$, концентрация субстрата) для точного определения момента перехода от трофофазы к идиофазе и корректировки режима.
   - **Продление идиофазы:** Задача технологической оптимизации — максимально продлить продуктивную идиофазу, поддерживая клетки в физиологически активном состоянии, но не возобновляя активный рост.

**Оценочные средства для проверки уровня сформированности компетенций ОПК-1**

Тесты содержат следующие типы заданий

| Тип задания | № задания | Вес задания (балл) | Результат оценивания (баллы, полученные за выполнение задания / характеристика |
|---|---|---|---|

| | | | правильного ответа) |
|---|---|---|---|
| Задания закрытого типа с выбором одного правильного ответа (1 – 4 ) | 1, 2, 3 | 1 балл | 1 б – полное правильное соответствие;<br>0 б – остальные случаи |
| Задания закрытого типа с выбором нескольких правильных ответов (2 из 4 ) | 4, 5, 6 | 2 балла | 2 б – полное правильное соответствие (последовательность вариантов ответа может быть любой);<br>1 б – если допущена одна ошибка / ответ правильный, но не полный;<br>0 б – остальные случаи |
| Задания закрытого типа на установление соответствия (3 на 3 и 4 на 4 ) | 7, 8 | 2 балла | 2 б – полное правильное соответствие;<br>1 б – если допущена одна ошибка / ответ правильный, но не полный;<br>0 б – остальные случаи |
| Задания закрытого типа на установление последовательности | 9, 10 | 2 балла | 2 б – полное правильное соответствие;<br>1 б – если допущена одна ошибка / ответ правильный, но не полный;<br>0 б – остальные случаи |
| Задания открытого типа с кратким ответом | 11, 12, 13 | 3 балла | 3 б – полное правильное соответствие;<br>0 б – остальные случаи |
| Задания открытого типа с развернутым ответом | 14, 15 | 5 баллов | 5 б – полное правильное соответствие;<br>3 б – если допущена одна ошибка /неточность/;<br>2 б – если допущено более одной ошибки;<br>0 б – ответ не / ответ отсутствует |

| Формируемая компетенция | Индикаторы сформированности компетенции |
|---|---|
| **ОПК-2** Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование. | • **ОПК-2.1.** Работает с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности<br>• **ОПК-2.4.** Проводит исследования свойств веществ и материалов с использованием серийного научного оборудования |

**Задание 1. При выполнении лабораторной работы по определению жёсткости воды методом комплексонометрического титрования вы используете реактив трилон Б (комплексон III). Какой индикатор необходимо добавить в анализируемую пробу перед титрованием?**

1. Метилоранж
2. Фенолфталеин

3. Хром тёмно-синий (эриохром чёрный Т)
4. Лакмус

**Ответ:** 3

**Задание 2. При проведении лабораторного синтеза аммиака из солей аммония и щёлочи в пробирке необходимо проверить выделяющийся газ. Какой наиболее безопасный и правильный способ его идентификации?**

1. Поднести к отверстию пробирки горящую лучинку
2. Поднести к отверстию пробирки влажную универсальную индикаторную бумагу
3. Резко вдохнуть над отверстием пробирки для определения запаха
4. Поднести к отверстию пробирки стеклянную палочку, смоченную концентрированной соляной кислотой

**Ответ:** 4

**Задание 3. Какой из перечисленных приборов является серийным научным оборудованием, используемым для измерения массовой доли вещества в растворе по величине угла вращения плоскости поляризации света?**

1. Рефрактометр
2. Поляриметр
3. Фотоэлектроколориметр
4. Кондуктометр

**Ответ:** 2

**Задание 4. При выполнении лабораторной работы по изучению коррозии металлов необходимо приготовить 5% раствор серной кислоты из концентрированной (плотность 1.84 г/см³, массовая доля 98%). Какие правила техники безопасности являются обязательными при выполнении этой операции?**

1. Вливать кислоту в воду тонкой струей при постоянном перемешивании
2. Использовать химические очки или защитный щиток
3. Использовать резиновые перчатки
4. Вливать воду в кислоту для ускорения процесса

**Ответ:** 1, 2, 3

**Задание 5. При работе с электрохимической установкой для получения никелевого покрытия (никелирования) с использованием серийного выпрямителя необходимо соблюдать следующие меры безопасности:**

1. Проверять изоляцию проводов и надёжность контактов перед включением
2. Работать с установкой в одиночку для концентрации внимания
3. Обеспечить хорошую вентиляцию рабочего места
4. После окончания работы оставлять электроды в электролите для сохранения их активности

**Ответ:** 1, 3

**Задание 6. В лабораторной работе по получению серной кислоты контактным способом из серы используется установка, включающая печь для сжигания серы, контактный аппарат с катализатором и поглотительную систему. Какое серийное оборудование или приборы необходимы для контроля параметров процесса и его безопасного проведения?**

1. Термометр или термопара для контроля температуры в зоне контакта
2. Манометр для контроля давления в системе
3. pH-метр для контроля кислотности получаемого продукта

4. Газоанализатор для контроля содержания $SO_2$ на выходе
   **Ответ:** 1, 2

**Задание 7. Установите соответствие между химическим веществом, используемым в лабораторном практикуме, и основными мерами предосторожности при работе с ним:**
Концентрированная серная кислота ($H_2SO_4$) : Работать в вытяжном шкафу; не допускать контакта с кожей и органами дыхания
Едкий натр (NaOH) : Не допускать контакта с водой при работе с твёрдым NaOH; беречь глаза и кожу
Элементарная сера (S) : Работать в вытяжном шкафу при нагревании; избегать вдыхания паров $SO_2$

**Задание 8. Установите соответствие между видом проводимого химико-технологического эксперимента и соответствующими нормами техники безопасности, которые необходимо строго соблюдать:**
Работа с концентрированными кислотами ($H_2SO_4$, $HNO_3$) при приготовлении растворов : Использование защитного экрана или очков, работа в вытяжном шкафу, наличие нейтрализующих растворов (соды) под рукой
Проведение высокотемпературных процессов (получение стекол, обжиг) : Использование термостойких перчаток и инструментов, обеспечение пожарной безопасности, контроль температуры по приборам
Работа с токсичными газами ($SO_2$, $NH_3$) в замкнутых установках : Проверка герметичности газовых трактов перед включением, работа в вытяжном шкафу, наличие газоанализатора или индикаторной бумаги на $NH_3$
Проведение электрохимических процессов (электролиз, электроосаждение) : Проверка изоляции электропроводки, использование диэлектрических ковриков, заземление установки

**Задание 9. Установите правильную последовательность монтажа и запуска установки для лабораторного получения серной кислоты контактным способом из серы с соблюдением всех правил безопасности:**
1 : Подключить печь для сжигания серы к источнику воздуха (компрессору или газовой линии) через регулятор расхода
2 : Установить контактный аппарат с катализатором (ванадиевым катализатором на носителе) и подключить к нему термопару
3 : Установить холодильник-конденсатор на выходе из контактного аппарата
4 : Соединить поглотительную склянку с водой (или слабой кислотой) с выходом из холодильника
5 : Поместить навеску серы в печь для сжигания и плотно закрыть её
6 : Проверить герметичность всех соединений установки мыльным раствором при слабой подаче воздуха
7 : Начать пропускать воздух через печь с серой и включить обогрев контактного аппарата до рабочей температуры (~450°C)

**Задание 10. Установите правильную последовательность подготовки к работе и проведения анализа на поляриметре:**
1 : Включить прибор и дать ему прогреться согласно инструкции
2 : Приготовить анализируемый раствор и фильтровать его при необходимости
3 : Тщательно промыть и заполнить кювету исследуемым раствором без пузырьков
4 : Установить кювету с раствором в камеру прибора
5 : Провести юстировку прибора с кюветой, заполненной растворителем (нулевая точка)

6 : Снять отсчёт угла вращения плоскости поляризации

**Задание 11. Как называется химическая посуда, представляющая собой толстостенный стакан с носиком, используемая для проведения реакций при нагревании?**
**Ответ:** Стакан химический (термостойкий)

**Задание 12. Как называется прибор, применяемый для разделения смеси жидкойстей с разными температурами кипения путём многократного испарения и конденсации?**
**Ответ:** Дефлегматор (или ректификационная колонна)

**Задание 13. Как называется персональное средство защиты, которое обязательно следует надевать на глаза при работе с едкими веществами, нагреванием или проведением реакций с возможным разбрызгиванием?**
**Ответ:** Защитные очки

**Задание 14. Вам поручено провести лабораторную работу «Определение коррозионной стойкости металлов в кислой и нейтральной средах». Опишите план проведения эксперимента, соблюдая все нормы техники безопасности. Укажите: а) необходимое оборудование и реактивы; б) подготовительные действия (включая меры безопасности); в) последовательность основных операций; г) как будет проводиться фиксация результатов. Акцентируйте внимание на тех моментах, которые обеспечивают безопасность экспериментатора и корректность исследования.**
**Пример ответа:**
**План проведения лабораторной работы:**
**а) Оборудование и реактивы:**

- **Оборудование:** аналитические весы, сушильный шкаф, эксикатор, термостат или водяная баня, химические стаканы (2 шт. на образец), пинцет, стеклянные крючки или нити для подвешивания образцов, наждачная бумага.
- **Реактивы:** образцы металлов (сталь, цинк), растворы: 0.1 М $H_2SO_4$ (кислая среда) и 3% NaCl (нейтральная среда), дистиллированная вода, этанол, фильтровальная бумага.

**б) Подготовительные действия и меры безопасности:**

1. **Инструктаж и экипировка:** Получить инструктаж по технике безопасности. Надеть халат, защитные очки и резиновые перчатки.
2. **Подготовка образцов:** Обработать образцы металлов наждачной бумагой для удаления окисной плёнки и загрязнений. Обезжирить, промыв этанолом и высушив фильтровальной бумагой.
3. **Взвешивание:** Взвесить подготовленные и сухие образцы на аналитических весах с точностью до 0.0001 г. Записать начальную массу ($m_1$).
4. **Подготовка реактивов:** В вытяжном шкафу приготовить необходимые растворы, соблюдая правила работы с кислотами. Наклеить на стаканы чёткие этикетки с названием среды.

**в) Последовательность основных операций:**

1. Поместить подготовленные образцы на стеклянных крючках в химические стаканы с соответствующими средами ($H_2SO_4$ и NaCl). Убедиться, что образцы полностью погружены и не касаются стенок и дна.
2. Установить стаканы в термостат или на водяную баню для поддержания постоянной температуры (например, 25±2°C). Если термостата нет, отметить температуру в лаборатории.
3. Выдержать образцы в средах в течение заданного времени (например, 24-48 часов).
4. По истечении времени **в перчатках** извлечь образцы пинцетом, тщательно промыть под струёй дистиллированной воды для удаления остатков электролита.

5. Обработать образцы щёткой под струёй воды для удаления продуктов коррозии, если это предусмотрено методикой (для определения общей потери массы).
6. Промыть этанолом, высушить фильтровальной бумагой, а затем досушить до постоянной массы в сушильном шкафу при 105°C. Охладить в эксикаторе.
7. Взвесить высушенные образцы ($m_2$).

**г) Фиксация результатов:**

- Все данные (начальная масса, среда, время экспозиции, конечная масса, температура) заносятся в лабораторный журнал в ходе эксперимента.
- Рассчитывается потеря массы: $\Delta m = m_1 - m_2$.
- Рассчитывается скорость коррозии (например, в г/(м²·ч)) с учётом площади поверхности образца.
- Результаты оформляются в виде таблицы и протокола с выводами о сравнительной коррозионной стойкости металлов в разных средах.

**Задание 15. Опишите методику проведения лабораторной работы «Получение аммиака из азота воздуха», фокусируясь на использовании серийного научного оборудования и соблюдении норм безопасности. В описании должны быть отражены: 1) Принципиальная схема установки (перечень основных узлов). 2) Роль и порядок работы с каждым элементом серийного оборудования (например, газовый регулятор, каталитический реактор с нагревом, холодильник, система сбора). 3) Конкретные меры безопасности при работе с газами под давлением, с нагревательными элементами и с токсичным продуктом (аммиаком). 4) Как с помощью данной установки можно исследовать влияние одного из параметров (например, температуры катализатора) на выход продукта.**

**Пример ответа:**

**Методика проведения работы:**

**1) Принципиальная схема установки:**

Установка состоит из баллона с азотом (или компрессора воздуха с системой очистки от кислорода), **регулятора расхода газа**, каталитического реактора (трубчатая печь с кварцевой трубкой, заполненной катализатором — железо с промоторами), **термопары и блока управления температурой печи**, системы охлаждения (холодильник) для конденсации образовавшегося аммиака, склянки-приёмника с раствором кислоты для поглощения непрореагировавшего аммиака и газометра или мыльного фильтра на выходе.

**2) Работа с серийным оборудованием:**

- **Регулятор расхода газа:** Позволяет установить и поддерживать постоянный поток азотоводородной смеси (3:1) через систему. Перед запуском проверяется его исправность и соединения.
- **Каталитический реактор с нагревом:** Кварцевая трубка с катализатором помещается в трубчатую печь. С помощью **блока управления** задаётся нужная температура (450-500°C). Перед подачей газовой смеси печь прогревается до рабочей температуры. Нагрев контролируется по показаниям **термопары**.
- **Система охлаждения и сбора:** После реактора газы проходят через **холодильник (рубашковый или змеевиковый)**, где аммиак конденсируется. Жидкий аммиак собирается в охлаждаемом приёмнике. Несконденсировавшиеся газы пропускаются через склянку с титрованной кислотой для улавливания остатков $NH_3$.

**3) Меры безопасности:**

- **С газами под давлением:** Проверка герметичности всех соединений мыльным раствором перед включением. Работа с регулятором давления в соответствии с инструкцией. Баллон надёжно закреплён.
- **С нагревательными элементами:** Не прикасаться к нагретой печи и кварцевой трубке. Использовать термостойкие перчатки при необходимости. Установка должна располагаться на термостойкой поверхности.

- **С аммиаком:** Все работы проводить в **вытяжном шкафу** с хорошей тягой. Глаза и органы дыхания защищены очками. Склянка-поглотитель должна быть надёжно закрыта, с гидрозатвором для предотвращения обратного тока. Иметь наготове нейтрализующие растворы (например, уксусную кислоту).

**4) Исследование влияния температуры:**

Для исследования влияния температуры на выход аммиака эксперимент проводят последовательно при разных температурах катализатора (например, 400, 450, 500, 550°C), поддерживая постоянными все остальные параметры (состав и расход газа, давление). На выходе определяют количество образовавшегося аммиака:

- **Гравиметрически:** По увеличению массы поглотительной склянки с кислотой.
- **Титриметрически:** Титруя остаток кислоты в поглотительной склянке после опыта.

  Строится график зависимости выхода аммиака (или степени превращения) от температуры. Это позволяет экспериментально определить оптимальный температурный интервал для данного катализатора, соответствующий максимальному выходу.

## 7 ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ

**Информационные технологии** – обучение в электронной образовательной среде с целью расширения доступа к образовательным ресурсам, увеличения контактного взаимодействия с преподавателем, построения индивидуальных траекторий подготовки, объективного контроля и мониторинга знаний студентов.

В образовательном процессе по дисциплине используются следующие информационные технологии, являющиеся компонентами Электронной информационно-образовательной среды БГПУ:

- Официальный сайт БГПУ;
- Система электронного обучения ФГБОУ ВО «БГПУ»;
- Система тестирования на основе единого портала «Интернет-тестирования в сфере образования www.i-exam.ru»;
- Система «Антиплагиат.ВУЗ»;
- Электронные библиотечные системы;
- Мультимедийное сопровождение лекций и практических занятий.

## 8 ОСОБЕННОСТИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ИНВАЛИДАМИ И ЛИЦАМИ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья применяются адаптивные образовательные технологии в соответствии с условиями, изложенными в разделе «Особенности реализации образовательной программы для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья» основной образовательной программы (использование специальных учебных пособий и дидактических материалов, специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования, предоставление услуг ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь и т. п.) с учётом индивидуальных особенностей обучающихся.

Для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья предусмотрены следующие формы организации педагогического процесса и контроля знаний:

- для слабовидящих:

обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;

для выполнения контрольных заданий при необходимости предоставляется увеличивающее устройство;

задания для выполнения, а также инструкции о порядке выполнения контрольных заданий оформляются увеличенным шрифтом (размер 16-20);

- для глухих и слабослышащих:

обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости обучающимся предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;

- для лиц с тяжелыми нарушениями речи, глухих, слабослышащих все контрольные задания по желанию могут проводиться в письменной форме.

Основной формой организации педагогического процесса является интегрированное обучение инвалидов, т.е. все обучающиеся учатся в смешанных группах, имеют возможность постоянно общаться со сверстниками, легче адаптируются в социуме.

## 9 СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ

### 9.1 Литература

**Основная литература**

1. Сазыкин Ю.П. Биотехнология: учебное пособие /Ю.О. Сазыкин, С.Н. Орехов, И.И. Чакалева; под ред. А.В. Катлинского. – 3-е изд., стер. – М., Академия, 2008. – 253с. (16 экз.)

2. Биотехнология: учебник для студ. вузов / [И. В. Тихонов [и др.] ; под ред. Е. С. Воронина. - СПб. : ГИОРД, 2008. - 703 с. (6 экз.)

3. Бесков, В.С. Общая химическая технология: учебник для вузов /В.С. Бесков. - М. : Академкнига, 2006. - 452 с. (30 экз.)

4. Жидков В.В. Практикум по химической технологии и прикладной химии: учебное пособие для студентов вузов / В.В. Жидков. - Благовещенск: Изд-во БГПУ, 2014. – 123 с. (28 экз.)

**Дополнительная литература**

1. Биотехнология растений : учебник и практикум для вузов / Л. В. Назаренко, Ю. И. Долгих, Н. В. Загоскина, Г. Н. Ралдугина. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2022. – 161 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-05619-8. – Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: https://urait.ru/bcode/491541

2. Егорова, Т.А. Основы биотехнологии: учеб. пособие для студ. вузов, обучающихся по спец. "Биология" / Т. А. Егорова, С. М. Клунова, Е. А. Живухина. - 3-е изд., стер. - М.: Академия, 2006. – 207 с. (95 экз.)

3.Меньшутина, Н. В. Введение в нанотехнологию / Н. В. Меньшутина. - Калуга: Изд-во науч. лит. Бочкаревой Н.Ф., 2006. - 131 с. (1 экз.)

4. Никульников, Владимир Семенович. Биотехнология в животноводстве: учеб. пособие для студ. вузов / В. С. Никульников, В. К. Кретинин. - М.: Колос, 2007. - 534 с. (2 экз.)

5. Пронина Н.Б. Биохимические основы генетической инженерии, биотехнологии и повышения качества продукции растениеводства [Text]: (шесть лекций) / Пронина Н.Б. - М.: Изд-во МСХА, 2001. - 45 с. (5 экз.)

6. Рогов, И. А. Пищевая биотехнология: [в 4 кн.]: учебник для студ. вузов / И. А. Рогов, Л. В. Антипова, Г. П. Шуваева. - М.: Колос. - Кн. 1: Основы пищевой биотехнологии. - 2004. – 439. (3 экз.)

7. Стасюк, Е. М. Лабораторные, семинарские и индивидуальные занятия по биотехнологии: Учебно-методическое пособие / Е. М. Стасюк; БГПУ, Экологический центр. - Благовещенск: Изд-во БГПУ, 2002. – 100 с. (5 экз.)

8. Теоретические и практические аспекты использования биотехнологии и генной инженерии: учеб. пособие для студ., обучающихся по спец."Зоотехния" и "Ветеринария" / Максимов Г.В. [et al.]. - М.: Вузовская книга, 2004. - 206 с. (3 экз.)

### 9.2 Базы данных и информационно-справочные системы

1. Сайт о химии http://www.xumuk.ru
2. Каталог образовательных интернет-ресурсов http://www.edu.ru
3. РОСПАТЕНТ www.fips.ru
4. Электронная библиотека по химии http://www.chem.msu.su/rus/elibrary/
5. http://bio-x.ru Свежие материалы по биотехнологии и другим биологическим наукам.
6. Научная электронная библиотека (НЭБ) https://www.elibrary.ru/defaultx.asp
7. Medline https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/
8. Портал научной электронной библиотеки http://elibrary.ru/defaultx.asp

### 9.3 Электронно-библиотечные ресурсы

1. Polpred.com Обзор СМИ/Справочник https://polpred.com/news
2. ЭБС «Юрайт» https://urait.ru

## 10 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используются аудитории, оснащённые учебной мебелью, аудиторной доской, компьютерами с установленным лицензионным специализированным программным обеспечением, коммутатором для выхода в электронно-библиотечную систему и электронную информационно-образовательную среду БГПУ, мультимедийными проекторами, экспозиционными экранами, учебно-наглядными пособиями (карты, таблицы, мультимедийные презентации). Для проведения лабораторных занятий также используется:

**Ауд. 109 «А». Лаборатория общей химии**

- Стол письменный 2-мест. (10 шт.)
- Стол преподавателя (1 шт.)
- Стул (21 шт.)
- Ноутбук «Samsung» с установленным лицензионным специализированным программным обеспечением (1 шт.)
- 8 - портовый коммутатор D-Link для выхода в электронно-библиотечную систему и электронную информационно-образовательную среду БГПУ (1 шт.)
- Мультимедийный проектор SHARP -10 X (1 шт.)
- Телевизор «SONI» (1 шт.)
- Фотоэлектрокалориметр (1 шт.)
- Водонагреватель «Thermet» (1 шт.)
- Нагреватель для пробирок (1 шт.)
- Шкаф SL-65T (1 шт.)
- Химические реактивы по тематике лабораторных работ
- Дестилятор (1 шт.)
- Весы ЕК-410 (технические) (1 шт.)
- Электроплита (3 шт.)
- Доска для сушки посуды (1 шт.)
- Набор посуды принадлежностей для демонстрационных опытов по химии
- Набор деталей для монтажа установок, иллюстрирующих химические производства
- Столик подъемный (1 шт.)
- Штатив для демонстрационных пробирок ПХ-21 (10 шт.)
- Штатив металлический ШЛБ (10 шт.)
- Экран фоновый черно белый (двусторонний) (1 шт.)
- Аппарат Киппа (1 шт.)
- Аппарат для проведения химических реакций (АПХР) (1 шт.)
- Горелка универсальная (1 шт.)

- Набор для опытов по химии с электрическим током (Электролизёр) (1 шт.)
- Комплект термометров
- Комплект–лаборатория «Пчёлка–У» (5 шт.)
- Прибор для демонстрации закона сохранения массы веществ (1 шт.)
- Прибор для иллюстрации зависимости скорости химической реакции от условий (1 шт.)
- Прибор для окисления спирта над медным катализатором (1 шт.)
- Прибор для получения растворимых твердых веществ ПРВ (1 шт.)
- Установка для перегонки (1 шт.)
- Установка для фильтрования под вакуумом (1 шт.)
- Набор для экологического мониторинга окружающей среды (1 шт.)
- Набор по электрохимии лабораторный (1 шт.)
- Набор по тонкослойной хроматографии (1 шт.)
- Прибор для получения газов (1 шт.)
- Набор кристаллических решеток (1 шт.)
- Набор для моделирования строения неорганических веществ органических веществ (1 шт.)
- Набор для моделирования типов химических реакций (модели-аппликации) (1 шт.)
- Набор для моделирования электронного строения атомов (1 шт.)
- Набор для моделирования строения атомов и молекул (1 шт.)
- Натуральные объекты коллекции
- Учебно-наглядные пособия - слайды, таблицы, мультимедийные презентации по дисциплине «Химическая технология в биологии»

**Ауд. 219 «А» Учебная лаборатория химической технологии**

- Стол письменный2-мест. (12 шт.)
- Стул (24 шт.)
- Стол преподавателя (1 шт.)
- Стул преподавателя (1 шт.)
- Пюпитр (1 шт.)
- Аудиторная доска (1 шт.)
- Компьютер с установленным лицензионным программным обеспечением (3 шт.)
- 8 - портовый коммутатор D-Link для выхода в электронно-библиотечную систему и электронную информационно-образовательную среду БГПУ (1 шт.
- Мультимедийный проектор (1 шт.)
- Принтер лазерный (2 шт.)
- Экспозиционный экран (навесной) (1 шт.)
- Весы GF-300 (1 шт.)
- Весы торсионные ВТ-100 (1 шт.)
- Вискозиметр (4 шт.)
- Иономер (3 шт.)
- Кондуктометр анион-4120 (3 шт.)
- КФК-2 (1 шт.)
- Люксмер (1 шт.)
- Мешалка магнитная П-Э-6100 (2 шт.)
- Модуль «Термический анализ» (3 шт.)
- Модуль «Термостат» (3 шт.)
- Модуль «Универсальный контроллёр» (3 шт.)
- Модуль «Электрохимия» (3 шт.)
- Модуль универсальный (6 шт.)

- Набор сит КП-131(1 шт.)
- Поляриметр (1 шт.)
- Потенциометр (1 шт.)
- Центрифуга лабораторная ОПН-8 (с ротором) (1 шт.)
- Штатив для электродов (2 шт.)
- Эксикатор с краном (1 шт.)
- Модуль «Общелабораторный» (1 шт.)
- Спектрофотометр (1 шт.)
- Спектрофотометр КФК-3КМ (1 шт.)
- Комплект ариометров (1 шт.)
- Метроном (1 шт.)
- Мост реохордный с сосудом
- Термостат ТС-1/80 СПУ (1 шт.)
- Штативы для пробирок, нагревательные приборы
- Химические реактивы по тематике лабораторных работ

Самостоятельная работа студентов организуется в аудиториях, оснащенных компьютерной техникой с выходом в электронную информационно-образовательную среду вуза, в специализированных лабораториях по дисциплине, а также в залах доступа в локальную сеть БГПУ.

Лицензионное программное обеспечение: операционные системы семейства Windows, Linux; офисные программы Microsoft office, Libreoffice, OpenOffice; Adobe Photoshop, Matlab, DrWeb antivirus и т.д.

Разработчик: Лаврентьева С.И., кандидат биологических наук, доцент кафедры химии.

## 11 ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ И ДОПОЛНЕНИЙ

**Утверждение изменений и дополнений в РПД для реализации в 2024/2025 уч. г.**

РПД пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2024/2025 учебном году на заседании кафедры химии (протокол № 8 от 30 мая 2024 г.).

**Утверждение изменений и дополнений в РПД для реализации в 2025/2026 уч. г.**

РПД пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2025/2026 учебном году на заседании кафедры химии (протокол № 6 от 26 марта 2025 г.).

**Утверждение изменений и дополнений в РПД для реализации в 2026/2027 уч. г.**

РПД пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2026/2027 учебном году на заседании кафедры химии (протокол № 8 от 13 мая 2026 г.).