

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
(МИНОБРНАУКИ РОССИИ)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ДОНБАССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «ДонГТУ»)

Факультет горно-металлургической промышленности и строительства  
Кафедра металлургических технологий



УТВЕРЖДАЮ

И.о. проректора по учебной работе  
Д.В. Мулов

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Основы биотехнологии  
(наименование дисциплины)

18.03.01 Химическая технология  
(код, наименование направления)

Химическая технология природных энергоносителей и углеродных  
материалов  
(профиль подготовки)

Квалификация бакалавр  
(бакалавр/специалист/магистр)

Форма обучения очная, заочная  
(очная, заочная)

Алчевск, 2024

## 1 Цели и задачи дисциплины

*Цели дисциплины.* Целью изучения дисциплины «Биотехнология» является формирование у студентов знаний основ биотехнологии, позволяющих им успешно решать профессиональные задачи в области коксохимического производства.

*Задачи дисциплины:*

- изучение теоретических основ биотехнологии, инженерной энзимологии и генной инженерии;
- формирование понимания кинетики биохимических процессов; изучение структуры и функциональных особенностей генома бактериофагов, клеток, способов передачи генетической информации; а также основных методов генной инженерии;
- изучение биотехнологических способов получения продукции с использованием микробиологического синтеза, биокатализа, генной инженерии и нанобиотехнологий;
- изучение способов культивирования вирусов, микроорганизмов и животных клеток;
- освоение методов выделения и очистки биопрепаратов;
- изучение методов организации и проведения контроля качества сырья, промежуточных продуктов и готовой продукции;
- знакомство с современным биотехнологическим оборудованием.

*Дисциплина направлена на формирование профессиональной (ПК-1) компетенций выпускника.*

## **2 Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Логико-структурный анализ дисциплины – курс входит в БЛОК 1 «Дисциплины (модули)», часть, формируемую участниками образовательных отношений подготовки студентов по направлению 18.03.01 Химическая технология (профиль «Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов»).

Дисциплина реализуется кафедрой металлургических технологий.

Входные знания студента базируются на изученных дисциплинах: «Органическая химия», «Физическая химия».

Является основой для изучения следующей дисциплины: «Научно-исследовательская работа студента».

Общая трудоемкость освоения дисциплины для очной формы обучения составляет 3 зачетных единицы, 108 ак.ч. Программой дисциплины предусмотрены лекционные (36 ак.ч.) и практические (18 ак.ч.) занятия и самостоятельная работа студента (54 ак.ч.).

Общая трудоемкость освоения дисциплины для заочной формы обучения составляет 3 зачетных единицы, 108 ак.ч. Программой дисциплины предусмотрены лекционные (4 ак.ч.) и практические (2 ак.ч.) занятия и самостоятельная работа студента (102 ак.ч.).

Дисциплина изучается на 2 курсе в 3 семестре. Форма промежуточной аттестации – экзамен.

### 3 Перечень результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Процесс изучения дисциплины «Основы биотехнологии» направлен на формирование компетенций, представленных в таблице 1.

Таблица 1 – Компетенции, обязательные к освоению

Содержание компетенции	Код компетенции по ОПОП ВО	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Готовность использовать знание свойств химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения задач профессиональной деятельности	ПК-1	ПК 1.1. Знает: основные химические реакции и кинетические закономерности гомогенных и гетерогенных процессов переработки энергоносителей и углеродных материалов. ПК-1.2. Умеет: обосновывать выбор условий проведения процессов и типа реакционных аппаратов, обеспечивающих максимальную производительность и селективность. ПК-1.3. Владеет: методами расчетов реакторов переработки. энергоносителей и углеродных материалов.

#### 4 Объём и виды занятий по дисциплине

Общая трудоёмкость учебной дисциплины составляет 3 зачётных единицы, 108 ак.ч.

Самостоятельная работа студента (СРС) включает проработку материалов лекций, подготовку к практическим занятиям, текущему контролю, самостоятельное изучение материала и подготовку к экзамену.

При организации внеаудиторной самостоятельной работы по данной дисциплине используются формы и распределение бюджета времени на СРС для очной формы обучения в соответствии с таблицей 2.

Таблица 2 – Распределение бюджета времени на СРС

Вид учебной работы	Всего ак.ч.	Ак.ч. по семестрам
		3
Аудиторная работа, в том числе:	54	54
Лекции (Л)	36	36
Практические занятия (ПЗ)	18	18
Лабораторные работы (ЛР)	–	–
Курсовая работа/курсовой проект	–	–
Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе:	54	54
Подготовка к лекциям	9	9
Подготовка к лабораторным работам	–	–
Подготовка к практическим занятиям / семинарам	18	18
Расчетно-графическая работа (РГР)	–	–
Реферат (индивидуальное задание)	12	12
Домашнее задание	–	–
Подготовка к контрольной работе	5	5
Подготовка к коллоквиуму	–	–
Аналитический информационный поиск	–	–
Работа в библиотеке	2	2
Подготовка к экзамену	8	8
Промежуточная аттестация – экзамен (Э)	Э	Э
Общая трудоемкость дисциплины		
	ак.ч.	108
	з.е.	3
		108
		3

## 5 Содержание дисциплины

С целью освоения компетенций, приведенных в п.3 дисциплина разбита на 8 тем:

- тема 1 (Предмет биотехнологии. Связь биотехнологии с естественными науками);
- тема 2 (Элементы, слагающие биотехнологические процессы в биотехнологии);
- тема 3 (Промышленная микробиология);
- тема 4 (Генная инженерия);
- тема 5 (Инженерная энзимология);
- тема 6 (Биотехнологические методы очистки и деградации токсикантов);
- тема 7 (Сельскохозяйственная биотехнология);
- тема 8 (Биотехнологии в охране окружающей среды).

Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов для очной и заочной формы приведены в таблице 3 и 4 соответственно.

Таблица 3 – Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов (очная форма обучения)

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Тема лабораторных занятий	Трудоемкость в ак.ч.
1	Предмет биотехнологии. Связь биотехнологии с естественными науками	Краткий исторический очерк развития биотехнологии. Основные направления современной биотехнологии. Значение биотехнологии в народном хозяйстве	2	Основные направления современной биотехнологии. Знакомство с работой в лаборатории биотехнологии	2	–	–
2	Элементы, составляющие биотехнологические процессы в биотехнологии	<p>Биологические агенты: микробные клетки, ферменты, природные ассоциации микробных культур. Нетрадиционные биологические агенты.</p> <p>Субстраты и среды. Источники углерода, азота и серы. Источники энергии, минеральные элементы и ростовые факторы.</p> <p>Аппаратура. Аппараты для анаэробных процессов. Аппараты для аэробной поверхностной ферментации (жидкофазные и твердофазные). Аппараты для аэробной глубинной ферментации. Их классификация по подводу энергии.</p> <p>Продукты. Основные группы продуктов.</p> <p>Критерии оценки эффективности процессов. Скорость роста продуцента. Продуктивность. Выход продукта. Конечная концентрация продукта. Удельные энергозатраты. Непродуктивные затраты субстрата.</p> <p>Принципиальная схема реализации биотехнологических процессов</p>	6	<p>Методы микроскопического исследования микроорганизмов и основные приемы их микроскопирования. Окраска бактерий по Грамму</p> <p>Приготовление и методы оценки качества питательных сред</p>	4	–	–

Продолжение таблицы 3							
№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Тема лабораторных занятий	Трудоемкость в ак.ч.
3	Промышленная микробиология	Важность и разнообразие микробных продуктов. Ферментация в твердых средах. Переработка сельскохозяйственных продуктов и продуктов питания. Первичные метаболиты. Производство аминокислот. Производство органических кислот. Вторичные метаболиты. Антибиотики. Виды антибиотиков. Механизм устойчивости микроорганизмов к антибиотикам. Получение полусинтетических антибиотиков. Производство белков одноклеточных организмов. Производство ферментов.	6	Биотехнология промышленных производств  Виды брожения. Спиртовое брожение Уксуснокислое брожение Молочнокислое брожение. Определение кислотности молока	8	–	–
4	Генная инженерия	Метод рекомбинантных ДНК. Рестрикция, лигирование, трансформация, скрининг. Получение фармакологических препаратов с помощью методов генной инженерии. Биосинтез инсулина, соматотропина в клетках кишечной палочки <i>E.coli</i> . Вакцины. Производство вакцин против гепатита В.	4	–	–	–	–
5	Инженерная энзимология	Ферментные препараты, применяемые в промышленности. Гидролитические ферменты. Протеолитические ферменты. Ферментные смеси и пектиновые ферменты. Методы стабилизации и иммобилизации ферментов.	4	–	–	–	–

Продолжение таблицы 3							
№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Тема лабораторных занятий	Трудоемкость в ак.ч.
		Технологические процессы с участием ферментов: гидролиз крахмала в декстрины, мальтозу и глюкозу; получение инвертного сахара из сахарозы; изомеризация глюкозы во фруктозу; разделение рацемических смесей аминокислот.	2	Получение микроорганизмов — продуцентов амилаз	2	—	—
6	Биотехнологические методы очистки и деградации токсикантов	<p>Характеристика отходов и побочных продуктов промышленности и сельского хозяйства. Переработка отходов биологическими методами.</p> <p>Использование микроорганизмов в качестве контроля загрязнений.</p> <p>Экологические системы и экологические ниши. Роль микроорганизмов в охране окружающей среды от загрязнений.</p> <p>Биологические методы очистки стоков. Общие показатели загрязненности сточных вод. Перманганатная и дихроматная окисляемость (ХПК). Биохимическое потребление кислорода (БПК). Аэробные и анаэробные процессы очистки сточных вод биотехнологических и промышленных предприятий. Основные параметры, влияющие на биологическую очистку. Биофильтры, аэротенки, окситенки. Одноступенчатая схема очистки сточной воды. Септиктенки, анаэробные биофильтры.</p>	8	—	—	—	—

Продолжение таблицы 3							
7	Сельскохозяйственная биотехнология	Энтомопатогенные препараты. Биопестициды, биогербициды, биологические удобрения (нитрагин, азотобактерин, фосфобактерин).	2	Изучение защитного действия криопротекторов на устойчивость растительных клеток к действию низких температур	2	–	–
8	Биотехнологии в охране окружающей среды	Вопросы охраны окружающей среды и биотехнология	2	–	–	–	–
Всего аудиторных часов			36		18		–

Таблица 4 – Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов (заочная форма обучения)

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Тема лабораторных занятий	Трудоемкость в ак.ч.
1	Элементы, слагающие биотехнологические процессы и биотехнологии	<p>Биологические агенты: микробные клетки, ферменты, природные ассоциации микробных культур. Нетрадиционные биологические агенты.</p> <p>Субстраты и среды. Источники углерода, азота и серы. Источники энергии, минеральные элементы и ростовые факторы.</p> <p>Аппаратура. Аппараты для анаэробных процессов. Аппараты для аэробной поверхностной ферментации (жидкофазные и твердофазные). Аппараты для аэробной глубинной ферментации. Их классификация по подводу энергии.</p> <p>Продукты. Основные группы продуктов.</p> <p>Критерии оценки эффективности процессов. Скорость роста продуцента. Продуктивность. Выход продукта. Конечная концентрация продукта. Удельные энергозатраты. Непродуктивные затраты субстрата.</p> <p>Принципиальная схема реализации биотехнологических процессов</p>	2	<p>Виды брожения.</p> <p>Спиртовое брожение</p> <p>Уксуснокислое брожение</p> <p>Молочнокислое брожение.</p> <p>Определение кислотности молока</p>	2	–	–

Продолжение таблицы 4							
№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы практических занятий	Трудоёмкость в ак.ч.	Тема лабораторных занятий	
2	Биотехнологические методы очистки и деградации токсикантов	<p>Характеристика отходов и побочных продуктов промышленности и сельского хозяйства. Переработка отходов биологическими методами.</p> <p>Использование микроорганизмов в качестве контроля загрязнений.</p> <p>Экологические системы и экологические ниши. Роль микроорганизмов в охране окружающей среды от загрязнений.</p> <p>Биологические методы очистки стоков. Общие показатели загрязненности сточных вод. Перманганатная и дихроматная окисляемость (ХПК). Биохимическое потребление кислорода (БПК). Аэробные процессы очистки сточных вод биотехнологических и промышленных предприятий. Основные параметры, влияющие на биологическую очистку. Биофильтры, азротенки, окситенки. Одноступенчатая схема очистки сточной воды. Анаэробные процессы очистки стоков. Септиктенки, анаэробные биофильтры.</p>	2	–	–	–	–
Всего аудиторных часов			4		2		–

## **6 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины**

### **6.1 Критерии оценивания**

В соответствии с Положением о кредитно-модульной системе организации образовательного процесса ФГБОУ ВО «ДонГТУ» ([https://www.dstu.education/images/structure/license\\_certificate/polog\\_kred\\_modul.pdf](https://www.dstu.education/images/structure/license_certificate/polog_kred_modul.pdf)) при оценивании сформированности компетенций по дисциплине используется 100-балльная шкала.

Перечень компетенций по дисциплине и способы оценивания знаний приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Перечень компетенций по дисциплине и способы оценивания знаний

Код и наименование компетенции	Способ оценивания	Оценочное средство
ПК-1	Экзамен	Комплект контролирующих материалов для экзамена

Всего по текущей работе в семестре студент может набрать 100 баллов, в том числе:

- практические работы – всего 60 баллов;
- реферат – 20 баллов;
- итоговая контрольная работа – 20 баллов.

Экзамен проставляется автоматически, если студент набрал по текущей работе не менее 60 баллов и отчитался за каждую контрольную точку. Минимальное количество баллов по каждому из видов текущей работы составляет 60% от максимального.

Экзамен по дисциплине «Биотехнология» проводится в форме устного экзамена по вопросам, представленным ниже (п.п. 6.5). Экзаменационный билет включает два вопроса из приводимого ниже перечня. Экзаменационные билеты составляется таким образом, чтобы каждый вопрос относился к различному модулю. Ответ на каждый вопрос оценивается из 50 баллов. Студент на устном экзамене может набрать до 100 баллов.

Шкала оценивания знаний при проведении промежуточной аттестации приведена в таблице 6.

Таблица 6 – Шкала оценивания знаний

Сумма баллов за все виды учебной деятельности	Оценка по национальной шкале зачёт/экзамен
0-59	Не зачтено/неудовлетворительно
60-73	Зачтено/удовлетворительно
74-89	Зачтено/хорошо
90-100	Зачтено/отлично

### 6.2 Домашнее задание

Домашнее задание не предусмотрено

### 6.3 Темы для рефератов (презентаций) – индивидуальное задание

- 1) Фундаментальные исследования в пищевой биотехнологии.
- 2) Исследования в области получения и применения ферментов, микроорганизмов, клеточных культур животных и растений, продуктов их биосинтеза и биотрансформации применительно к производству продуктов питания.
- 3) Комбинирование биосинтеза и органического синтеза.
- 4) Биодобавки и новые разновидности пищевых продуктов.
- 5) Инновационные технологии в производстве продуктов питания.
- 6) Биотехнологические аспекты создания новых функциональных продуктов.
- 7) Упаковка продуктов питания. Методы сохранения пищевой полноценности.
- 8) Биотехнология и новые методы анализа и контроля.
- 9) Вопросы стандартизации, сертификации, качества и безопасности в пищевой биотехнологии.
- 10) Технологии производства биополимерных материалов на основе полимолочной кислоты из растительных сахаров зерновых культур и сахарной свёклы.
- 11) Создание технологий получения новых видов продукции, включая продукцию, полученную с использованием микробиологического синтеза, геной инженерии и нанобиотехнологий.
- 12) Инженерная энзимология и повышение эффективности биообъектов (индивидуальных ферментов, ферментных комплексов и клеток продуцентов) в условиях производства.
- 13) Детоксикация и биodeградация ксенобиотиков.
- 14) Новые материалы (биополимеры), получаемые биотехнологическими методами.
- 15) Перспективные способы автоматизации и интенсификации технологических процессов.

16) Системный подход в модернизации производственных модулей в биотехнологиях пищевых производств.

17) Оборудование, процессы и аппараты современных производств пищевой биотехнологии.

18) Автоматизация и информатизация технологических процессов.

#### **6.4 Оценочные средства для самостоятельной работы и текущего контроля успеваемости**

*Варианты заданий для студентов очной формы обучения*

*Тема 1 Предмет биотехнологии. Связь биотехнологии с естественными науками*

1) Биотехнология – это

а) наука о методах создания новых и улучшения существующих пород животных, сортов растений, штаммов микроорганизмов, с полезными для человека свойствами;

б) совокупность приёмов, методов и технологий получения рекомбинантных РНК и ДНК, выделения генов из организма (клеток), осуществления манипуляций с генами и введения их в другие организмы;

в) наука об использовании биологических процессов в медицине, технике и промышленном производстве;

г) комплекс биологических наук, изучающих механизмы хранения, передачи и реализации генетической информации, строение и функции нерегулярных биополимеров (белков и нуклеиновых кислот).

2) Производством лекарств, гормонов и других биологических веществ занимается такое направление, как:

а) агрономия;

б) генная инженерия;

в) биотехнологическое производство;

г) сельскохозяйственная промышленность.

3) Какие традиционные процессы включает биотехнология:

а) пивоварение, хлебопечение;

б) изготовление вина, производство сыра;

в) приготовление многих восточных пряных соусов, разнообразные способы утилизации отходов;

г) все ответы верны.

4) Впервые термин «биотехнология» применил:

а) российский естествоиспытатель Владимир Иванович Вернадский;

б) американский биолог Герман Джозефа Меллер;

в) физиолог Иван Петрович Павлов;

г) венгерский инженер Карл Эреки.

5) Формулировка термина «биотехнология», высказанная в 1961г. Карлом Герен Хеденом:

а) все виды работ, при которых из сырьевых материалов с помощью живых организмов производятся те или иные продукты;

- б) исследованиями в области промышленного производства товаров и услуг при участии живых организмов, биологических систем и процессов;
- в) интегральное использование биохимии, микробиологии и инженерных наук в целях промышленной реализации способностей микроорганизмов, культур клеток тканей и их частей;
- г) ни один не подходит.

б) Приготовил первую жидкую питательную среду:

- а) Луи Пастер;
- б) Илья Мечников;
- в) Роберт Кох;
- г) Дмитрий Менделеев.

7) Кто предложил способ выращивания грибов на желатине в 1864г.

- а) Л. Пастер;
- б) Ж. Ролен;
- в) Р. Кох;
- г) О. Брефельд.

8) Впервые выделил пенициллин:

- а) Александр Флеминг;
- б) Луи Пастер;
- в) Карл Эрике;
- г) Антони ван Левенгук.

9) Назовите белок, который один из первых был получен с помощью методов генной инженерии:

- а) фибриноген;
- б) инсулин;
- в) меланин;
- г) гемоглобин.

10) Главным звеном биотехнологического процесса, определяющим всю его сущность, является:

- а) биологический объект;
- б) химическое вещество;
- в) вирус;
- г) нет верных ответов.

## *Тема 2 Элементы, слагающие биотехнологические процессы в биотехнологии*

1. Какие методы микроскопического исследования вы знаете?
2. Перечислите способы приготовления микропрепаратов.
3. В чем сущность метода окраски по Граму? Какие различия в строении клеточных стенок у грам (+) и грам (-) бактерий?

### *Приемы и методы стерилизации при работе в биотехнологической лаборатории*

1) Стерильная культура:

- а) содержит бактерии преимущественно 1 вида;
- б) свободна от любых посторонних микроорганизмов.

2) Стерилизацией называется:

- а) выделение бактерий и природного источника;
- б) уничтожение патогенных микроорганизмов;
- в) уничтожение всех микроорганизмов и их покоящихся форм.

3) Перед работой бокс:

- а) моют;
- б) кварцуют;
- в) моют и кварцуют;
- г) подметают.

4) На микроорганизмы и их споры губительно действуют:

- а) видимая часть солнечного спектра;
- б) ультрафиолетовое излучение;
- в)  $\gamma$ -лучи;
- г) ультрафиолетовое излучение,  $\gamma$ -лучи.

5) К методам стерилизации относят:

- а) промывку водопроводной водой;
- б) промывку дистиллированной водой;
- в) обработку ультрафиолетовым излучением.

б) Расставьте в нужной последовательности операции по стерилизации посуды:

- а) промывка дистиллированной водой;
- б) сушка в сушильном шкафу;
- в) промывка хромпиком;
- г) промывка детергентом;
- д) промывка водопроводной водой;
- е) стерилизация;
- ж) закрывание пробками.

7) Подберите соответствующие пары:

1. автоклавирование
  2. дробная стерилизация
- а) нагревание до 60-80°С;
  - б) 105-130°С + давление 1-2 атм;
  - в) трехкратная обработка текучим паром;
  - г) обработка в сушильном шкафу при 140-180°С.

8) Сделайте расчет концентрации солей в 200 мл маточного раствора макроэлементов среды Мурасиге-Скуга, учитывая, что на литр среды его требуется 25 мл.

Концентрация солей (мг/л) в 1 литре готовой среды должна быть:

$\text{NH}_4\text{NO}_3$  - 1650

$\text{KNO}_3$  - 1900

$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  - 370

$\text{KH}_2\text{PO}_4$  - 170

9) Тепловую стерилизацию сред (по способу ее проведения) подразделяют на:

- а) периодическую;
- б) непрерывную;
- в) верны оба;
- г) оба не верны.

10) Непрерывная стерилизация имеет следующие преимущества по сравнению с периодической (отметить неверный вариант):

- а) при непрерывном методе стерилизации каждый элементарный объем среды находится при более высокой температуре более короткое время;
- б) благодаря более высоким температурам стерилизации и короткой экспозиции (выдерживании) деструкция компонентов питательной среды минимальна;
- в) процесс стерилизации всего объема питательной сред растянут во времени, этим обеспечивается более равномерная загрузка котельной;
- г) процесс тяжело контролируем и управляем.

11) Примером анаэробных процессов, используемых в промышленной биотехнологии являются:

- а) процессы дыхания;
- б) процессы брожения;
- в) процессы окисления;
- г) процессы разложения.

12) Брожение – это:

- а) это ферментативный процесс анаэробного негидролитического расщепления углеводов;
- б) процесс, в котором при взаимодействии веществ с водой происходит разложение исходного вещества с образованием новых соединений;
- в) это одна из разновидностей биологического окисления субстрата у гетеротрофных микроорганизмов в целях получения энергии, когда акцептором электронов или атомов водорода являются органические вещества;
- г) это процесс расщепления гликогена до глюкозы.

13) Все аэробные процессы окисления, протекающие в клетках, можно разделить на две группы:

- а) ферментативные и неферментативные процессы;
- б) процессы, протекающие с затратами и выделением энергии;
- в) процессы расщепления глюкозы до молочной кислоты и до пировиноградной кислоты;
- г) процессы, завершающиеся неполным окислением субстрата и процессы, завершающиеся полным окислением (до  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$ ).

14) Сколько молекул АТФ образуется в результате полного расщепления глюкозы?

- а) 2 молекулы;
- б) 38 молекул;
- в) 4 молекулы;
- г) 32 молекулы.

15) К процессам неполного окисления относятся:

- а) получения уксусной, глюконовой и итаконовой кислот;
- б) молочнокислое брожение;
- в) спиртовое брожение;
- г) гликолиз.

16) Способ получения уксусной кислоты и столового уксуса:

- а) химическим способом по реакции Кучерова или сухой перегонкой древесины;
- б) полное окисление этанола до уксусной кислоты;
- в) частичное окисление этанола до уксусной кислоты при участии бактерий штаммов *acetobacter* и *gluconobacter*;
- г) разложение глюкозы.

17) К процессам с полным окислением относится:

- а) получение уксусной кислоты;
- б) получение глюконовой кислоты;
- в) получение итаконовой кислоты;
- г) получение лимонной кислоты.

18) Получение лимонной кислоты:

- а) полное окисление этанола;
- б) образуется в цикле Кребса в результате конденсации щавелевоуксусной кислоты и ацетил-коа, катализируемой ферментом цитрат-синтазой;
- в) частичное окисление этанола до уксусной кислоты при участии бактерий штаммов *acetobacter* и *gluconobacter*;
- г) химическим способом по реакции Кучерова или сухой перегонкой древесины.

19) Какие микроорганизмы продуцируют лимонную кислоту?

- а) *acetobacter*;
- б) *gluconobacter*;
- в) *aspergillus niger*;
- г) *lactobacillus delbrueckii*.

20) Какие микроорганизмы продуцируют уксусную кислоту?

- а) *acetobacter* и *gluconobacter*;
- б) *e. coli*;
- в) *aspergillus niger*;
- г) *lactobacillus delbrueckii*.

### *Тема 3 Промышленная микробиология*

- 1) Как происходит селекция штаммов-продуцентов в промышленном пивоварении / виноделии? Какие биологические объекты используются?
- 2) Какие субстраты используются при промышленном получении

инсулина / антибиотиков?

3) Перечислите основные этапы технологического процесса получения аминокислот на основе иммобилизованных ферментов / препаратов удобрений.

4) В каких сферах деятельности применяются микробные биопластики / золото в ионной форме?

5) Каковы перспективы получения биотоплива из микроорганизмов или растений?

*Тестовые задания:*

1) Современные биореакторы должны обладать следующими системами:

- а) эффективного перемешивания и гомогенизации среды выращивания;
- б) обеспечения свободной и быстрой диффузии газообразных компонентов системы (аэрирование в первую очередь);
- в) теплообмена, обеспечивающего поддержание оптимальной температуры внутри реактора и ее контролируемые изменения;
- г) верно все.

2) Ферментеры по способу ввода энергии в аппарат (по способу осуществления процессов аэрирования и перемешивания):

- а) с газовой фазой;
- б) с жидкой фазой;
- в) с газовой и жидкой фазой (комбинированные);
- г) верно все.

3) Какие ферментеры являются простыми аппаратами:

- а) эжекционных;
- б) струйных;
- в) с самовсасывающими мешалками;
- г) все.

4) Важнейшим условием успешного протекания любого биотехнологического процесса является:

- а) поддержание стерильности среды в ферментере и во всей ферментационной установке в целом;
- б) поддержание оптимальной температуры;
- в) оптимальный pH;
- г) верно все.

5) Наиболее распространенный метод стерилизации аппаратов и трубопроводов:

- а) обработка химическими средствами;
- б) тепловая обработка перегретым выше 100<sup>0</sup>C насыщенным водяным паром;
- в) облучение ультрафиолетовым излучением;
- г) верно все.

б) Задачи герметизации:

- а) защита внутреннего объема от посторонней микрофлоры;
- б) защита окружающей среды от продуктов биосинтеза;

- в) защита внутреннего объема от посторонней микрофлоры и защита окружающей среды от продуктов биосинтеза;
- г) верно все.

7) Концентрация  $\text{CO}_2$  в выхлопных газах обычно измеряется по теплопроводности газов при помощи:

- а) катарометра;
- б) гальванические датчики кислорода;
- в) электрохимические датчики кислорода с жидким электролитом;
- г) датчик газового сопротивления.

8) С помощью лабораторных биореакторов решаются следующие задачи:

- а) кинетические – определение скорости роста клеток, эффективность утилизации субстратов и образования целевого продукта;
- б) некоторые массообменные – расчет коэффициентов массопередачи, скорость поступления в среду  $\text{O}_2$  и других газов;
- в) определение коэффициентов реакций, связывающих утилизируемые субстраты и  $\text{O}_2$  с получаемыми целевым и побочными продуктами;
- г) верно все.

9) Какие установки используют для поиска наиболее целесообразных технологий и в общих чертах моделирования промышленного процесса:

- а) лабораторные;
- б) пилотные;
- в) промышленные;
- г) нет верного ответа.

10) Объемом промышленной ферменторной камеры является:

- а) 0,001- 0,5 л;
- б) 0,5–100 л;
- в) 100-5000 л;
- г) 5000–1000000 л и более.

#### *Тема 4 Генная инженерия*

1) Введение рекомбинантных плазмид в бактериальные клетки – это:

- а) лигирование;
- б) скрининг;
- в) трансформация;
- г) рестрикция.

2) Введение рекомбинантных плазмид в эукариотические клетки – это:

- а) лигирование;
- б) трансфекция;
- в) трансформация;
- г) рестрикция.

3) Лигирование – это:

- а) отбор клонов трансформированных бактерий, содержащих плазмиды, несущий нужный ген человека;

- б) введение рекомбинантных плазмид в бактериальную клетку;
- в) разрезание ДНК человека и плазмиды ферментом рестрикционной эндонуклеазой;
- г) включение фрагментов ДНК человека в плазмиды и сшивание «липких» концов.

4) Совокупность методов, позволяющих путем операций *in vitro* переносить информацию из одного организма в другой – это:

- а) хромосомная инженерия;
- б) генная инженерия;
- в) клеточная инженерия;
- г) гетерозис.

5) Генная инженерия зародилась в:

- а) 1970 г.;
- б) 1972 г.;
- в) 1974 г.;
- г) 1982 г.

6) Участок ДНК, в котором записана информация о первичной структуре белка:

- а) ген;
- б) геном;
- в) локус;
- г) хромосома.

7) Отбор клонов трансформированных бактерий, содержащих плазмиды, несущие нужный ген человека:

- а) лигирование;
- б) скрининг;
- в) трансформация;
- г) рестрикция.

8) Рестрикция – это:

- а) отбор клонов трансформированных бактерий, содержащих плазмиды, несущие нужный ген человека;
- б) введение бактериальных плазмид в бактериальную клетку;
- в) разрезание ДНК человека и плазмиды ферментом рестрикционной эндонуклеазой;
- г) включение фрагментов ДНК человека в плазмиды и сшивание «липких» концов.

9) Цели генной инженерии:

- а) преодоление межвидовых барьеров;
- б) передача отдельных наследственных признаков одних организмов другим;
- в) способность нарабатывать «человеческие» белки;
- г) а+ б + в.

10) Основоположником генной инженерии по праву считают:

- а) Вернера Арбера;
- б) Пола Берга;

- в) Дэвида Балтимора;
- г) Говарда Темина.

### *Тема 5 Инженерная энзимология*

#### 1) Ферменты являются:

- а) регуляторами;
- б) катализаторами;
- в) активаторами субстратов;
- г) переносчиками веществ через мембрану;
- д) медиаторами нервного импульса.

#### 2) Ферменты могут состоять только из:

- а) белка;
- б) белка и небелковой части;
- в) нуклеотидов;
- г) низкомолекулярных азотсодержащих органических веществ;
- д) липидов и углеводов.

#### 3) Кофактор – это:

- а) активная часть простого фермента;
- б) показатель активности фермента;
- в) показатель стабильности фермента;
- г) белковая часть сложного фермента;
- д) небелковая часть сложного фермента.

#### 4) Кофермент – это:

- а) легкоотделяющаяся белковая часть сложного фермента;
- б) неотделяющаяся небелковая часть сложного фермента;
- в) белковая часть сложного фермента;
- г) небелковая часть простого фермента;
- д) непрочносвязанная небелковая часть сложного фермента.

#### 5) Простетическая группа – это:

- а) белковая часть сложного фермента;
- б) стабилизатор структуры фермента;
- в) активатор сложного фермента;
- г) прочносвязанная с ферментом небелковая часть;
- д) часть фермента, образующая каталитический центр.

#### 6) По типу реакций ферменты подразделяются на:

- а) оксидазы, трансферазы, гидролазы, каталазы, изомеразы, эстеразы;
- б) оксидоредуктазы, изомеразы, гидролазы, эстеразы, пероксидазы, лиазы;
- в) оксидазы, оксидоредуктазы, каталазы, гидролазы, эстеразы, лиазы;
- г) оксидоредуктазы, гидролазы, лиазы, карбоксилазы, изомеразы, лигазы;
- д) оксидоредуктазы, гидролазы, трансферазы, изомеразы, лиазы, лигазы.

#### 7) К оксидоредуктазам относятся:

- а) дегидрогеназы;
- б) гидролазы;
- в) цитохромы;

- г) липазы;
- д) лигазы.

8) К оксидазам относятся:

- а) пероксидаза;
- б) каталаза;
- в) трансферазы;
- г) липоксигеназа;
- д) дегидрогеназы.

9) В состав пиридинзависимых дегидрогеназ входят:

- а) витамин В2;
- б) витамин В1;
- в) витамин РР;
- г) пантотеновая кислота и цитохромы;
- д) пангамовая кислота и АТФ.

10) Дегидрогеназы:

- а) катализируют гидролиз субстратов;
- б) ускоряют окислительно-восстановительные реакции с участием кислорода;
- в) ускоряют окислительно-восстановительные реакции в анаэробной среде;
- г) ускоряют реакции переноса только электронов;
- д) ускоряют реакции отщепления водорода и электронов от субстрата на промежуточный окислитель.

*Теоретические вопросы*

- 1) Что такое ферменты?
- 2) В чем сходство ферментов и неорганических катализаторов?
- 3) Чем различаются ферменты и неорганические катализаторы?
- 4) Чем сложный фермент отличается от простого фермента?
- 5) Дайте понятие об активном центре фермента. Строение активного центра простых и сложных ферментов.
- 6) Что такое специфичность ферментов? Какие виды специфичности ферментов Вы знаете? Чем обусловлена специфичность ферментов?
- 7) Какова зависимость активности фермента от температуры?
- 8) Как активность фермента зависит от рН среды?
- 9) Дайте понятие об энергии активации. Как ферменты влияют на нее?
- 10) Какова зависимость скорости ферментативной реакции от концентрации субстрата?
- 11) По какому принципу классифицируются ферменты? Дайте характеристику каждому классу.

*Тема 6 Биотехнологические методы очистки и деградации токсикантов*

- 1) Источники углерода, азота и серы для роста микроорганизмов.
- 2) Аппараты для аэробной поверхностной ферментации.

3) Критерии оценки эффективности процессов: экономический коэффициент (Y).

4) Основные параметры, влияющие на биологическую очистку сточных вод промышленных предприятий.

5) Понятие «активный ил». Коэффициент протозойности.

6) Достоинства и недостатки очистки сточных вод с помощью аэротенков-смесителей и аэротенков-вытеснителей.

7) Биологическое получение водорода.

8) Биометаногенез.

9) Бактериальное выщелачивание.

10) Строение метантенка.

11) Понятия генной инженерии: трансформация, скрининг.

12) Получение инсулина с помощью метода рекомбинантных ДНК.

13) Бактерии, типы бактерий, их строение. Реакция Грама.

Гетеротрофы и аутоотрофы. Спорообразующие бактерии.

14) Ферментация. Типы ферментаций. График роста продуцента в ходе периодической ферментации.

15) Основные показатели загрязненности сточных вод промышленных предприятий. ХПК и БПК.

#### *Тема 7 Сельскохозяйственная биотехнология*

1) Новейшие методы исследования в сельскохозяйственной биотехнологии.

2) Методы и способы получения, хранения и реализации биотехнологической продукции.

3) Сферы применения культур животных клеток.

4) Методы получения и перспективы использования трансгенных организмов.

5) Биотехнология в утилизации отходов растениеводства и животноводства.

6) Технологии клонального размножения.

7) Получение экологически чистых органических удобрений.

8) Биодegradация, микробные препараты.

9) Биотехнология силосования кормов

10) Микробные инсектициды: грибные, протозойные, бактериальные и вирусные энтомопатогенные препараты.

11) Получение экологически чистых органических удобрений.

12) Доказательства роли ДНК в наследственности.

13) Принципы значения выращивания чистых линий и гибридизации.

14) Биотехнология утилизации отходов растениеводства и животноводства.

#### *Тема 8 Биотехнологии в охране окружающей среды*

1) При очистке стоков биотехнологических производств применяют активный ил – это:

- а) природный комплекс микроорганизмов;
- б) сорбент;
- в) смесь сорбентов;
- г) смесь микроорганизмов, полученных генно-инженерными методами.

2) Биологическая очистка сточных вод основана:

- а) на способности микроорганизмов на минерализации; органических веществ;
- б) на химическом окислении органических веществ;
- в) на сжигании органических веществ в токе кислорода;
- г) на окисление органических веществ под действием хлора.

3) Аппараты, в которых осуществляется деструкция органических загрязнений сточных вод, называется:

- а) усреднители;
- б) отстойники;
- в) аэротенки;
- г) регенераторы.

4) При очистке промышленных стоков в «часы пик» применяют штаммы-деструкторы:

- а) природные микроорганизмы;
- б) постоянные компоненты активного ила;
- в) стабильные генно-инженерные штаммы;
- г) не стабильные генно-инженерные штаммы.

5) В состав активного ила входят:

- а) вирусы;
- б) бактериофаги;
- в) простейшие;
- г) сине-зеленые водоросли.

б) Биологическая очистка сточных вод основана:

- а) на химическом окислении органических веществ;
- б) на способности микроорганизмов на минерализации; органических веществ;
- в) на сжигании органических веществ в токе кислорода;
- Г) на окисление органических веществ под действием хлора.

*Вариант заданий для студентов заочной формы обучения*

1) К прокариотам относятся:

- а) растения;
- б) животные;
- в) грибы;
- г) бактерии и цианобактерии;
- д) простейшие.

2) В бактериальной клетке присутствуют:

- а) ядерная мембрана;

- б) митохондрии;
- в) клеточная стенка;
- г) пластиды;
- д) хлоропласты.

3) Пептидные связи имеются в молекуле:

- а) рибонуклеиновой кислоты (РНК);
- б) дезоксирибонуклеиновой кислоты (ДНК);
- в) аденозинтрифосфорной кислоты (АТФ);
- г) жира
- д) белка.

4) Аденозинтрифосфорная кислота (АТФ) – универсальный переносчик:

- а) кислорода;
- б) водорода;
- в) энергии;
- г) диоксида углерода;
- д) органических кислот.

5) Клеточным метаболизмом называется:

- а) совокупность всех процессов энергетического обмена в клетке;
- б) реакции синтеза метаболитов;
- в) реакции разложения метаболитов;
- г) процесс переноса белковых веществ через мембрану;
- д) процесс переноса неорганических веществ через мембрану.

6) Вырожденность генетического кода означает:

- а) каждая аминокислота кодируется одним триплетом;
- б) многие аминокислоты кодируются 2-мя или большим числом триплетов;
- в) один триплет может кодировать несколько аминокислот;
- г) кодовое значение триплета может быть разным у разных организмов;
- д) некоторые аминокислоты не имеют кодирующих триплетов.

7) Использование живых систем и биологических структур для получения ценных для человека продуктов называется:

- а) физиологией;
- б) термодинамикой;
- в) статистикой;
- г) биотехнологией;
- д) синергетикой.

8) К биотехнологическим процессам относится:

- а) виноделие;
- б) химический синтез аминокислот;
- в) сульфатное разложение целлюлозы;
- г) горение торфа;
- д) химическое окисление железа.

9) Субстратом для культивирования биотехнологических объектов является:

- а) меласса;
- б) серная кислота;
- в) вода;
- г) шлам;
- д) песок.

10) Субстрат является источником:

- а) воды и углерода
- б) кислорода и азота;
- в) воды и фосфора;
- г) кислорода и фосфора;
- д) энергии и углерода.

11) Ферментами называются:

- а) вещества белковой природы, ускоряющие биохимические реакции;
- б) вещества небелковой природы, ускоряющие биохимические реакции;
- в) вещества белковой природы, замедляющие биохимические реакции;
- г) вещества небелковой природы, замедляющие биохимические реакции;
- д) вещества, не влияющие на скорость биохимических реакций.

12) Для очистки ферментов в биотехнологическом процессе применяют:

- а) трансформацию;
- б) лиофилизацию;
- в) ультрафильтрацию;
- г) седиментацию;
- д) деструкцию.

13) Аппарат для культивирования микроорганизмов в присутствии кислорода называется:

- а) ареометр;
- б) метантенк;
- в) спектрофотометр;
- г) аэротенк;
- д) поляриметр.

14) Прибор, с помощью которого осуществляется анализ нуклеотидной последовательности в молекулах нуклеиновых кислот, называется:

- а) секвенатор;
- б) метантенк;
- в) колориметр;
- г) циклотрон;
- д) биоанализатор..

## 6.5 Вопросы для подготовки к экзамену

- 1) Назовите баллистические методы дезинтеграции клеточной массы.
- 2) Как происходит фракционирование экстрактов биомассы?
- 3) Назовите способы разделения суспензий.
- 4) Что представляют собой гель-проникающая и афинная хроматография?
- 5) Как происходит разделение рацемических смесей аминокислот с использованием иммобилизованной аминоксилазы?
- 6) Приведите способы получения интерферонов разными методами.
- 7) В чем заключается способ получения глутаминовой кислоты ферментацией?
- 8) Охарактеризуйте процессы с участием активного ила.
- 9) Что такое биометаногенез?
- 10) Охарактеризуйте метод очистки сточных вод с помощью аэротенков-смесителей. Назовите его преимущества и недостатки.
- 11) Что такое фракционирование экстрактов биомассы?
- 12) Как происходит разрушение клеточной массы (дезинтеграция)?
- 13) Дайте краткую характеристику инженерной энзимологии.
- 14) Что такое иммобилизованные ферменты?
- 15) Приведите способы иммобилизации ферментов.
- 16) Назовите основные критерии эффективности биотехнологического процесса.
- 17) Что такое ферменты?
- 18) В чем сходство ферментов и неорганических катализаторов?
- 19) Чем различаются ферменты и неорганические катализаторы?
- 20) Чем сложный фермент отличается от простого фермента?
- 21) Дайте понятие об активном центре фермента. Строение активного центра простых и сложных ферментов.
- 22) Что такое специфичность ферментов? Какие виды специфичности ферментов Вы знаете? Чем обусловлена специфичность ферментов?
- 23) Какова зависимость активности фермента от температуры?
- 24) Как активность фермента зависит от pH среды?
- 25) Дайте понятие об энергии активации. Как ферменты влияют на нее?
- 26) Какова зависимость скорости ферментативной реакции от концентрации субстрата?
- 27) По какому принципу классифицируются ферменты? Дайте характеристику каждому классу.

28) Как происходит селекция штаммов-продуцентов в промышленном пивоварении / виноделии? Какие биологические объекты используются?

29) Какие субстраты используются при промышленном получении инсулина / антибиотиков?

30) Перечислите основные этапы технологического процесса получения аминокислот на основе иммобилизованных ферментов / препаратов удобрений.

31) В каких сферах деятельности применяются микробные биопластики / золото в ионной форме?

32) Каковы перспективы получения биотоплива из микроорганизмов или растений?

### **6.6 Примерная тематика курсовых работ**

Курсовые работы не предусмотрены.

## 7 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 7.1 Рекомендованная литература

#### *Основная литература*

1. Введение в биотехнологию: конспект лекций / сост. В.Н. Никандров, Е.М. Волкова.– Пинск: ПолесГУ, 2021.– 309 с. Режим доступа: <https://rep.polessu.by/handle/123456789/23756?mode=full&ysclid=lq0w07gnj5715058552>

2. Найденко, Е.В. Введение в биотехнологию: учеб. пособие / Е.В. Найденко, Т.Е. Никифорова, С.В. Макаров; Иван. гос. хим.-технол. ун-т.– Иваново, 2019. – 108 с. Режим доступа: <https://mkl.isuct.ru/e-lib/ru/node/1009>

#### *Дополнительная литература*

1. Евтушенков А.Н., Фомичев Ю.К. Введение в биотехнологию: Курс лекций:/ А.Н. Евтушенков, Ю.К. Фомичев. – Мн.: БГУ, 2002. – 105 с. Режим доступа: <http://www.bio.bsu.by/molbiol/files/biotechnologie.pdf>

2. Современные проблемы и методы биотехнологии [Электронный ресурс]: электрон. учеб. пособие / Н. А. Войнов, Т. Г. Волова, Н. В. Зобова и др. ; под науч. ред. Т. Г. Воловой. – Красноярск: ИПК СФУ, 2009. – 418 с. Режим доступа: [https://www.studmed.ru/view/voynov-na-volova-tg-zobova-nv-sovremennye-problemy-i-metody-biotehnologii\\_3b768f92064.html?ysclid=lq0w8gj3m297997234](https://www.studmed.ru/view/voynov-na-volova-tg-zobova-nv-sovremennye-problemy-i-metody-biotehnologii_3b768f92064.html?ysclid=lq0w8gj3m297997234)

#### *Учебно-методическое обеспечение*

1. Русь, О. Б. Введение в биотехнологию [Электронный ресурс]: практикум / О. Б. Русь, А. М. Ходосовская. – Минск: БГУ, 2011. – 99 с. Режим доступа: <https://elib.bsu.by/handle/123456789/30336?ysclid=lq0vmmoq6350530049>

2. Калганова, Т. Н. Практикум по микробиологии и биотехнологии: лабораторные работы / Т. Н. Калганова. – Южно-Сахалинск: СахГУ, 2011. – 56 с. Режим доступа: [http://sakhgu.ru/wp-content/uploads/page/record\\_85102/2019\\_04/Калганова-Т.-Н.-Практикум-по-микробиологии-и-биотехнологии.pdf?ysclid=lq0w2pz0rk224239969](http://sakhgu.ru/wp-content/uploads/page/record_85102/2019_04/Калганова-Т.-Н.-Практикум-по-микробиологии-и-биотехнологии.pdf?ysclid=lq0w2pz0rk224239969)

3. Введение в биотехнологию. [Электронный ресурс]: метод. указания по лаб. работам / сост. : Т. Г. Волова, Н. А. Войнов, Е. И. Шишацкая, Г. С. Калачева. – Красноярск: ИПК СФУ, 2008. – 81 с. Режим доступа: <https://nashol.me/20200826124093/vvedenie-v-biotehnologi-u-uchebnoe-posobie-volova-t-g-2008.html?ysclid=lq0vjnee6328107198>

### 7.2 Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы

1. Научная библиотека ДонГТУ: официальный сайт.— Алчевск. — URL: [library.dstu.education](http://library.dstu.education).— Текст: электронный.

2. Научно-техническая библиотека БГТУ им. Шухова : официальный сайт. — Белгород. — URL: <http://ntb.bstu.ru/jirbis2/>.— Текст: электронный.
3. Консультант студента: электронно-библиотечная система.— Москва. — URL: <http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>.— Текст: электронный.
4. Университетская библиотека онлайн: электронно-библиотечная система.— URL: [http://biblioclub.ru/index.php?page=main\\_ub\\_red](http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red).— Текст: электронный.
5. IPR BOOKS: электронно-библиотечная система.— Красногорск. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/>. —Текст: электронный.
6. ЭБС Издательства "Университетская библиотека онлайн" <http://e.lanbook.com/>
7. ЭБС Издательства "ЛАНЬ": [сайт]. – <https://e.lanbook.com/>
8. Цифровая библиотека IPR SMART: [сайт]. – <https://www.iprbookshop.ru/>
9. Национальная электронная библиотека: [сайт]. – <https://rusneb.ru/>
10. Российская Государственная Библиотека: [сайт]. – <https://diss.rsl.ru/>
11. Научная электронная библиотека «КиберЛенинка»: [сайт]. – <https://cyberleninka.ru/>
12. Научная электронная библиотека eLIBRARY: [сайт]. – <https://elibrary.ru/defaultx.asp?/>
13. Электронная библиотека «Астраханский государственный университет» – <https://biblio.asu.edu.ru>
14. ЭБС «Университетская Библиотека Онлайн» <https://biblioclub.ru>
15. Информационно-библиотечный комплекс «Политех» <https://library.spbstu.ru>

## 8 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Материально-техническая база обеспечивает проведение всех видов деятельности в процессе обучения, соответствует требованиям ФГОС ВО.

Материально-техническое обеспечение представлено в таблице 7.

Таблица 7 – Материально-техническое обеспечение

Наименование оборудованных учебных кабинетов	Адрес (местоположение) учебных кабинетов
Интерактивная доска, компьютеры, планшеты, раздаточный материал для лабораторных работ, вытяжной шкаф, лабораторный стол преподавателя, лабораторные столы для студентов, учебный стенд, оборудование для лабораторных работ. Численность посадочных мест- 30 человек	406 главный корпус Лаборатория общей химии

Лист согласования РПД

Разработал  
старший преподаватель кафедры  
металлургических технологий  
(должность)

  
Е.Ю. Рамазанова  
(подпись) (Ф.И.О.)

\_\_\_\_\_  
(должность)

\_\_\_\_\_  
(подпись) (Ф.И.О.)

\_\_\_\_\_  
(должность)

\_\_\_\_\_  
(подпись) (Ф.И.О.)

И.о. заведующего кафедрой  
металлургических технологий

  
Н.Г. Митичкина  
(подпись) (Ф.И.О.)

Протокол № 1 заседания кафедры  
металлургических технологий

от 30.08.2024г.

И.о декана факультета горно-  
металлургической промышленности  
и строительства

  
О.В. Князьков  
(подпись) (Ф.И.О.)

Председатель методической  
комиссии по направлению подготовки  
18.03.01 «Химическая технология»  
Профиль «Химическая технология  
природных энергоносителей и  
углеродных материалов»

  
Н.Г. Митичкина  
(подпись) (Ф.И.О.)

Начальник учебно-методического центра

  
О.А. Коваленко  
(подпись) (Ф.И.О.)

## Лист изменений и дополнений

Номер изменения, дата внесения изменения, номер страницы для внесения изменений	
ДО ВНЕСЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ:	ПОСЛЕ ВНЕСЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ:
Основание:	
Подпись лица, ответственного за внесение изменений	