

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

Теоретические аспекты моделирования химико-технологических процессов
(наименование дисциплины)

18.04.01 Химическая технология
(код, наименование специальности)

Химическая технология природных энергоносителей и
углеродных материалов
(магистерская программа)

Квалификация магистр
(бакалавр/специалист/магистр)

Форма обучения очная, заочная
(очная/заочная)

Алчевск, 2024

1 Цели и задачи дисциплины

Цели дисциплины. Целью изучения дисциплины «Теоретические аспекты моделирования химико-технологических процессов» является формирование у студентов компетенций, связанных с управлением химико-технологическими процессами.

Задачи изучения дисциплины:

– овладение знаниями в области моделирования процессов и аппаратов химической технологии, составления и оптимизации математических моделей, использования современных математических программных пакетов в моделировании;

– формирование профессиональных навыков моделирования химико-технологических процессов, организации и проведения эксперимента, по анализу и обработке данных с использованием современных информационных технологий.

Дисциплина направлена на формирование универсальной компетенции (УК-1) и профессиональной компетенции (ПК-9) выпускника.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Логико-структурный анализ дисциплины «Теоретические аспекты моделирования химико-технологических процессов»: курс входит в обязательную часть Блока 1, формируемой участниками образовательных отношений подготовки студентов по направлению 18.04.01 «Химическая технология», профиль «Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов».

Дисциплина реализуется кафедрой металлургических технологий.

Основывается на базе дисциплин «Математика», Информатика», «Математические методы обработки экспериментальных данных», «Основы информационных технологий на химических производствах», «Моделирование химико-технологических процессов».

Является основой для изучения следующих дисциплин: «Процессы массопереноса в системах с участием твёрдой фазы», «Научно-исследовательская работа».

Общая трудоемкость освоения дисциплины для очной формы обучения составляет 3 зачетные единицы, 108 ак.ч. Программой дисциплины предусмотрены лекционные (9 ак.ч.), практические (27 ч) занятия и самостоятельная работа студента (72 ак.ч.).

Общая трудоемкость освоения дисциплины для заочной формы обучения составляет 3 зачетные единицы, 108 ак.ч. Программой дисциплины предусмотрены лекционные (4 ак.ч.), практические (8 ак.ч.) занятия и самостоятельная работа студента (96 ак.ч.).

Дисциплина изучается на 1 курсе в 1 семестре. Форма промежуточной аттестации – экзамен.

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

Процесс изучения дисциплины «Теоретические аспекты моделирования химико-технологических процессов» направлен на формирование компетенции, представленной в таблице 1.

Таблица 1 – Компетенции, обязательные к освоению

Содержание компетенции	Код компетенции по ОПОП ВО	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Универсальные компетенции		
Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1	УК-1.1. Знать: методы системного и критического анализа; методики разработки стратегии действий для выявления и решения проблемной ситуации. УК-1.2. Уметь: применять методы системного подхода и критического анализа проблемных ситуаций; разрабатывать стратегию действий, принимать конкретные решения для ее реализации. УК-1.3. Владеть: методологией системного и критического анализа проблемных ситуаций; методиками постановки цели, определения способов ее достижения, разработки стратегий действий.
Общепрофессиональные компетенции		
Способен строить и использовать математические модели для описания и прогнозирования различных явлений, осуществлять их качественный и количественный анализ, способностью использовать пакеты прикладных программ при выполнении проектных работ -	ПК-9	ПК-9.1 Знает: современные базовые методы, используемые при осуществлении проектной деятельности; методики контроля процесса и качества материалов и способы их осуществления. ПК-9.2 Умеет: видеть возможные пути модернизации существующих технологических процессов переработки сырья в готовую продукцию и применять усвоенные знания для решения конкретных практических задач промышленности. ПК-9.3 Владеет: навыками оценки экономической и энергетической эффективности технологических процессов; информацией для прогнозирования эксплуатационных характеристик материалов и изделий из них

4 Объём и виды занятий по дисциплине

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

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

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
		1
Аудиторная работа, в том числе:	36	36
Лекции (Л)	9	9
Практические занятия (ПЗ)	27	27
Лабораторные работы (ЛР)	–	–
Курсовая работа/курсовой проект	–	–
Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе:	72	72
Подготовка к лекциям	18	18
Подготовка к лабораторным работам	–	–
Подготовка к практическим занятиям / семинарам	36	36
Расчетно-графическая работа (РГР)	–	–
Реферат (индивидуальное задание)	–	–
Домашнее задание	–	–
Подготовка к контрольной работе	5	5
Подготовка к коллоквиуму	–	–
Аналитический информационный поиск	–	–
Работа в библиотеке	5	5
Подготовка к зачету	8	8
Промежуточная аттестация – зачет (З)	3(2)	3(2)
Общая трудоёмкость дисциплины		
ак.ч.	108	108
з.е.	3	3

5 Содержание дисциплины

С целью освоения компетенции, приведенной в п. 3 дисциплина разбита на 5 тем:

- тема 1 (Характеристика химико-технологических процессов (ХТП));
- тема 2 (Физико-химические основы технологических процессов);
- тема 3 (Технологические схемы рассматриваемых объектов моделирования);
- тема 4 (Математические описания объектов управления).
- тема 5 (Основы проектирования автоматических систем управления химико-технологическими процессами).

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	Характеристика химико-технологических процессов (ХТП)	Система, объект, процесс. Составление и решение уравнений, описывающих процессы химической технологии. Структурные схемы объектов химической технологии. Цели и задачи моделирования	2	Расчеты В Excel. использование математических функций Excel. Расчет хроматограммы.	2 2	—	—
2	Физико-химические основы технологических процессов	Основные физические величины, описывающие элемент процесса. Размерности. Определяющие уравнения для основных процессов.	2	Расчет процесса в аппарате идеального вытеснения. Решение математического описания методом Эйлера.	2 2	—	—
3	Технологические схемы рассматриваемых объектов моделирования	Теоретические методы для анализа химических процессов. Классификация теоретических методов. Точные методы. Асимптотические методы. Численные методы. Приближенные методы.	2	Определение коэффициентов уравнения регрессии. Определение коэффициентов уравнения регрессии методом наименьших квадратов.	2 2	—	—
4	Математические описания объектов управления	Использование понятий и методов дифференцирования, интегрирования для решения прикладных задач. Балансовые расчеты.	2	Расчет процессов в проточных аппаратах. Расчет процессов в потоке идеального вытеснения	4 4	—	—
5	Основы проектирования автоматических систем управления химико-технологическими процессами	Системный анализ процессов химической технологии Блочный принцип описания объекта исследований. Классификация математических моделей. Схема построения математических моделей процессов химической технологии. Методы проверки адекватности модели и объекта и ее коррекция.	1	Эмпирические модели и их применение в химической технологии. Модели автоматических систем управления	3 4		
	Всего аудиторных часов		9	—	27	—	—

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	Физико-химические основы технологических процессов	Основные физические величины, описывающие элемент процесса. Размерности. Определяющие уравнения для основных процессов.	2	Расчет процесса в аппарате идеального вытеснения. Решение математического описания методом Эйлера.	2 2	—	—
2	Технологические схемы рассматриваемых объектов моделирования	Теоретические методы для анализа химических процессов. Классификация теоретических методов. Точные методы. Асимптотические методы. Численные методы. Приближенные методы.	2	Определение коэффициентов уравнения регрессии. Определение коэффициентов уравнения регрессии методом наименьших квадратов.	2 2	—	—
	Всего аудиторных часов		4	—	8	—	—

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) 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
УК-1, ПК-9	Экзамен	Комплект контролирующих материалов для экзамена

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

- Устный опрос – всего 25 баллов;
- практические работы – всего 55 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 «Теоретические аспекты моделирования химико-технологических процессов» проводится устно по вопросам, представленным ниже (п.п. 6.5).

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) Получить математическую модель критериальным преобразованием дифференциальных уравнений равновесия Эйлера.
- 2) Получить математическую модель критериальным преобразованием дифференциальных уравнений движения Эйлера.
- 3) Получить математическую модель критериальным преобразованием уравнения Навье-Стокса для оси X.
- 4) Получить математическую модель критериальным преобразованием уравнения Гагена-Пуазейля.
- 5) Получить математическую модель критериальным преобразованием закона Ньютона для силы трения.
- 6) Получить математическую модель критериальным преобразованием уравнения Бернулли.
- 7) Получить математическую модель критериальным преобразованием основного уравнения гидростатики.
- 8) Определить математическую модель, если известна следующая экспериментальная зависимость перепада давления от геометрических характеристик, физических свойств и скорости движения: .
- 9) Предложить и обосновать математическую модель процесса абсорбции.
- 10) Предложить и обосновать математическую модель процесса ректификации.
- 11) Предложить и обосновать математическую модель процесса сушки.
- 12) Предложить и обосновать математическую модель процесса экстракции.
- 13) Предложить и обосновать математическую модель процесса адсорбции.

6.4 Оценочные средства для самостоятельной работы и текущего контроля успеваемости

Тема 1 Характеристика химико-технологических процессов (ХТП)

- 1) Общая структура и функциональные элементы химического производства. Переменные и постоянные элементы химического производства.
- 2) Состав химического производства. Структурные схемы объектов химической технологии.
- 3) Общие сведения о химико-технологическом процессе. Виды отдельных процессов и операций по их основному назначению в ХТП. Процессы, обеспечивающие функционирование и контроль ХТП.

4) Классификация химических процессов по физико-химическим и физическим признакам. Схема математического моделирования химических процессов и реакторов.

5) Этапы моделирования ХТП. Иерархическая структура математической модели процесса в химическом реакторе.

6) Управление. Система, объект, процесс.

7) Основные методы моделирования ХТП: физическое моделирование (метод обобщенных переменных) и математическое моделирование (метод численного эксперимента), компьютерное моделирование.

Тема 2 Физико-химические основы технологических процессов

1) Общие принципы анализа типовых технологических процессов. Общие принципы построения модели процесса. Системный анализ процессов химической технологии. Блочный принцип описания объекта исследований.

2) Классификация математических моделей. Схема построения математических моделей процессов химической технологии. Методы проверки адекватности модели и объекта и ее коррекция.

3) Системы единиц измерения физических величин. Размерности важнейших величин. Определяющие уравнения для важнейших величин. Производные физические величины и единицы их измерения.

4) Построение графиков. Методы определения коэффициентов эмпирических формул. Метод средних. Метод наименьших квадратов.

5) Специальные методы нахождения эмпирических формул для двух переменных.

6) Физическое моделирование. Условия применения физического моделирования.

7) Единицы измерения. Система СИ.

Тема 3 Технологические схемы рассматриваемых объектов моделирования

1) Решение различных прикладных задач с помощью этих методов.

2) Эмпирические формулы периодического характера. Типичные графики.

3) Построение номограмм.

4) Приближенные решения в химической технологии. Решение уравнений: графическое решение, решение методом последовательных приближений. Примеры решений этими методами.

5) Теория подобия как теоретическая база физического моделирования. Основные задачи, решаемые с помощью теории подобия. Характеристика способа задания условий однозначности в рамках требований теории подобия. Константы подобия. Безразмерные величины. Инварианты и критерии подобия.

6) Необходимые условия подобия явлений. Первая теорема подобия. Индикаторы подобия и их смысл. Численное значение индикаторов подобия.

7) Метод анализа размерностей. Назначение, возможности, области использования.

8) Системы единиц. Основные и производные единицы. Методы получения производных единиц. Переход от одной системы к другой. Внесистемные практической деятельности и в обучении система единиц.

Тема 4 Математические описания объектов управления

1) Использование понятий и методов дифференцирования, интегрирования, интегрального исчисления для решения прикладных задач.

2) Применение навыков в составлении дифференциальных уравнений, при решении обыкновенных дифференциальных уравнений в решении прикладных задач.

3) Решение систем уравнений. Вычисление определенных интегралов графическим методом и методом Симпсона. Примеры решений систем уравнений и вычисления определенных интегралов.

4) Составление материального баланса для периодических и непрерывных процессов. Примеры балансовых расчетов. Составление теплового баланса. Расчет составляющих теплового баланса. Примеры балансовых расчетов.

5) Критериальные преобразования дифференциальных уравнений и систем дифференциальных уравнений.

6) Составление математической модели молекулярного уровня для находящейся в состоянии относительного покоя жидкости (уравнение равновесия Эйлера) и ее решение (основной закон гидростатики). Закон Паскаля. Практическое использование основного уравнения гидростатики и закона Паскаля.

7) Составление математической модели движущегося однофазного потока жидкости (уравнение движения Эйлера и Навье-Стокса), их решение (уравнение Бернулли).

8) Составление математической модели теплопроводности в элементарном объеме (дифференциальное уравнение теплопроводности).

9) Составление математической модели конвективного переноса тепла в элементарном объеме движущейся среды. Уравнение Фурье-Кирхгофа.

10) Математическая модель процесса теплоотдачи элементарного уровня

11) Процессы массопереноса. Критерии подобия процессов конвективного переноса и молекулярной диффузии.

12) Математическое описание процессов химического превращения (кинетические модели). Основные понятия химической кинетики. Особенности гетерогенных химических процессов. Методы определения кинетических характеристик химических реакций. Построение кинетических моделей.

13) Поток и характеристики его пребывания в аппарате. Движение и время пребывания частиц потока в химических аппаратах. Кривые отклика.

Получение кривых отклика. Дифференциальная функция распределения частиц в аппарате. Интегральная функция распределения частиц в аппарате.

14) Математические модели химических реакторов. Идеализированные модели гидродинамической структуры потоков. Модель идеального вытеснения и ее математическое описание. Модель идеального смешения и ее математическое описание. Сравнение химических реакторов.

Тема 5 Основы проектирования автоматических систем управления химико-технологическими процессами

1) Оптимизация химико-технологических процессов. Понятие об оптимизации. Критерий оптимальности. Методы решения оптимальных задач.

2) Частные задачи оптимизации химических реакторов.

3) Принципы компьютерного моделирования химико-технологических процессов. Анализ, оптимизация и синтез химико-технологических систем.

4) Алгоритмическое обеспечение решения задач компьютерного моделирования.

5) Модели типовых элементов систем управления.

6.5 Вопросы для подготовки к экзамену

1) Принципы построения моделей.

2) Классы моделей. Виды моделей. Виды моделирования.

3) Физическое моделирование. Условия применения физического моделирования.

4) Общая структура и функциональные элементы химического производства. Переменные и постоянные элементы химического производства.

5) Общие сведения о химико-технологическом процессе. Виды отдельных процессов и операций по их основному назначению.

6) Этапы моделирования ХТП.

7. Управление. Система, объект, процесс.

8) Общие принципы анализа типовых технологических процессов. Общие принципы построения модели процесса.

9) Системный анализ процессов химической технологии

10) Методы определения коэффициентов эмпирических формул. Метод средних. Метод наименьших квадратов.

11) Использование понятий и методов дифференцирования, интегрирования, интегрального исчисления для решения прикладных задач.

12) Применение навыков в составлении дифференциальных уравнений, при решении обыкновенных дифференциальных уравнений в решении прикладных задач.

13) Приближенные решения в химической технологии. Решение уравнений: графическое решение, решение методом последовательных приближений. Примеры решений этими методами.

14) Решение систем дифференциальных уравнений.

- 15) Вычисление определенных интегралов графическим методом и методом Симпсона.
- 16) Составление материального баланса.
- 17) Составление теплового баланса.
- 18) Теория подобия как теоретическая база физического моделирования. Основные задачи, решаемые с помощью теории подобия.
- 19) Инварианты и критерии подобия.
- 20) Критериальные преобразования дифференциальных уравнений
- 21) Составление математической модели находящейся в состоянии относительного покоя жидкости (уравнение равновесия Эйлера) и ее решение (основной закон гидростатики). Закон Паскаля.
- 22) Составление математической модели движущегося однофазного потока жидкости (уравнение движения Эйлера и Навье-Стокса), их решение (уравнение Бернулли).
- 23) Подobie гидродинамических процессов.
- 24) Составление математической модели теплопроводности в элементарном объеме (дифференциальное уравнение теплопроводности).
- 25) Составление математической модели конвективного переноса тепла в элементарном объеме движущейся среды. Уравнение Фурье-Кирхгофа.
- 26) Подobie процессов массопереноса. Критерии подобия процессов конвективного переноса и молекулярной диффузии.
- 27) Математическое описание процессов химического превращения (кинетические модели).
- 28) Математические модели химических реакторов.
- 29) Статистические математические модели. Классификация и общий вид уравнений статистических моделей.
- 30) Оптимизация химико-технологических процессов. Понятие об оптимизации.
- 31) Критерий оптимальности. Методы решения оптимальных задач.
- 32) Принципы компьютерного моделирования химико-технологических процессов.
- 33) Алгоритмическое обеспечение решения задач компьютерного моделирования.
- 34) Модели типовых элементов систем управления.

6.6 Примерная тематика курсовых работ

Курсовые работы не предусмотрены.

7 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1 Рекомендованная литература

Основная литература

1. Самойлов, Н.А. Примеры и задачи по курсу "Математическое моделирование химико-технологических процессов": учебное пособие / Н.А. Самойлов. — 3-е изд., испр. и доп. — СанктПетербург: Лань, 2020. — 176 с. // Электронно-библиотечная система «Лань»: [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/37359> — Режим доступа: для авториз. пользователей. — Текст: электронный.

2. Яковлев, Н. С. Компьютерное моделирование в процессах первичной переработки нефти и газа: / Н. С. Яковлев. — Тюмень: ТИУ, 2021. — 111 с. URL <http://elib.tyuiu.ru/wpcontent/uploads/data/2018/01/12/Yakovlev.pdf> . — Текст: электронный.

3. Гумеров, А. М. Математическое моделирование химико-технологических процессов: учебное пособие / А. М. Гумеров. — 2-е изд., перераб. — Санкт-Петербург: Лань, 2021. — 176 с. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система «Лань»: [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/41014> . — Режим доступа: для авториз. пользователей. — Текст: электронный.

Дополнительная литература

4. Основы проектирования химических производств и оборудования : учебник / В.И. Косинцев, А.И. Михайличенко, Н.С. Крашенинникова, В.М. Миронов ; под редакцией А.И. Михайличенко. — 2-е изд. — Томск : ТПУ, 2013. — 395 с. — ISBN 978-5-4387-0244-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/45151> — Текст: электронный.

5. Ефремов, Г. И. Моделирование химико-технологических процессов: учебник / Г. И. Ефремов. - М.: ИНФРА-М, 2016. – 205 с.

6. Власов К.П. Методы научных исследований и организации эксперимента: Учеб. пособие / Ред. А.А. Гальнбек. – С.-Петерб. гос. горн. ин-т. Каф. печей, контроля и автоматизации металлургического производства. СПб.: СПГГИ, 2000. 116 с.

Учебно-методическое обеспечение

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

1. Научная библиотека ДонГТУ: официальный сайт.— Алчевск. — URL: 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. — 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
Персональный компьютер CEL 420 1.6/945G/512/120DVD RW/FDD/LCD/17"/KMP Звуковые колонки Microsoft Office Программа для расчетов материального и теплового балансов коксо-химических процессов	304 главный корпус Площадь 54,02 м ² Компьютерный класс

Лист согласования РПД

Лист согласования РПД

Разработал
профессор кафедры
металлургических технологий
(должность)

 А.Л. Кухарев
(подпись) (Ф.И.О.)

И.о. заведующего кафедрой МТ

 Н.Г. Митичкина
(подпись) (Ф.И.О.)

Протокол № 1 заседания кафедры
металлургических технологий

от 30.08.2024г.

Декана факультета ГМПС

 О.В. Князьков
(подпись) (Ф.И.О.)

Согласовано

Председатель методической
комиссии по направлению подготовки
18.04.01 «Химическая технология»
Магистерская программа «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	

