

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Вишневский Дмитрий Александрович
Должность: Ректор
Дата подписания: 30.04.2025 11:55:50
Уникальный программный ключ:
03474917c4d012283e5ad996a48a5e70bf8da057

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

Процессы массопереноса в системах с участием твердой фазы
(наименование дисциплины)

18.04.01 Химическая технология
(код, наименование направления)

Химическая технология природных энергоносителей и углеродных
материалов
(магистерская программа)

Квалификация магистр
(бакалавр/специалист/магистр)
Форма обучения очная, очно-заочная
(очная, заочная)

Алчевск, 2024

1 Цели и задачи дисциплины

Целью дисциплины является овладение теоретическими основами в области явлений массопереноса в системах с участием твердой фазы. формирование знаний, умений для профессиональной деятельности; углубление знаний по основам массообменных процессов

Задачи дисциплины: научить студентов на основе теоретических положений и примеров анализировать явления массопереноса в реальных технологических процессах.

Дисциплина направлена на формирование профессиональной (ПК-3) компетенции выпускника.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Логико-структурный анализ дисциплины – курс входит в обязательную часть БЛОК 1 «Дисциплины (модули)» подготовки студентов по направлению 18.04.01 Химическая технология (профиль «Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов»).

Дисциплина реализуется кафедрой металлургических технологий.

Входные знания студента базируются на изученных дисциплинах: «Физика», «Термодинамика», «Современные проблемы химической технологии».

Является основой для изучения следующих дисциплин: «Технология природных энергоносителей и углеродных материалов». Приобретенные знания, могут быть использованы при подготовке и защите выпускной квалификационной работы, при прохождении преддипломной практики, а также в профессиональной деятельности.

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

Дисциплина изучается на 1 курсе во 2 семестре. Форма промежуточной аттестации – зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины для очно-заочной формы обучения составляет 3 зачетные единицы, 108 ак.ч. Программой дисциплины предусмотрены лекционные (8 ак.ч.), практические (12 ак.ч.) занятия и самостоятельная работа студента (88 ак.ч.).

Дисциплина изучается на 2 курсе в 4 семестре. Форма промежуточной аттестации – зачет.

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

Процесс изучения дисциплины «Процессы массопереноса в системах с участием твердой фазы» 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
Готов к решению профессиональных производственных задач – контролю технологического процесса, разработке норм выработки, технологических нормативов на расход материалов, заготовок, топлива и электроэнергии, к выбору оборудования и технологической оснастки	ПК-3	ПК-3.1. Знает: принципы работы и области применения систем контроля технологического процесса; принципы подбора оборудования и технологической оснастки процессов коксохимии ПК-3.2. Умеет: подбирать технологическое оборудование и оснастку для осуществления процессов коксохимии; разрабатывать систему контроля технологического процесса; определять нормы на расходные материалы, полупродукты, топливо и электроэнергию ПК-3.3. Владеет: навыками расчета и подбора оборудования и технологической оснастки, расчета нормативов на сырье, расходные материалы, топлива и электроэнергии

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 практическим занятиям, 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
		2
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	2	2
Подготовка к лабораторным работам	–	–
Подготовка к практическим занятиям / семинарам	27	27
Расчетно-графическая работа (РГР)	–	–
Реферат (индивидуальное задание)	12	12
Домашнее задание	–	–
Подготовка к контрольной работе	5	5
Подготовка к коллоквиуму	–	–
Аналитический информационный поиск	8	8
Работа в библиотеке	6	6
Подготовка к зачету	12	12
Промежуточная аттестация – зачет	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 4 темы:

- тема 1 (Введение. Сведения из химической кинетики. Сведения о теории диффузии);
- тема 2 (Основы массопереноса. Коэффициенты переноса. Теория подобия. Приведенная пленка);
- тема 3 (Одновременная тепло- и массопередача. Массопередача при одновременном протекании химической реакции);
- тема 4 (Введение в общую теорию поверхностных явлений. Особенности физической и химической адсорбции).

Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов для очной и очно-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	Введение. Сведения из химической кинетики.	Кинетика адсорбции. Адсорбенты и их свойства. Кинетика гетерогенного катализа. Приготовление катализаторов. Кинетика топохимических реакций	2	Расчеты скоростей химических реакций. Изучение зависимости скорости от концентрации реагирующих веществ и температуры.	3 3	—	—
2	Основы массопереноса.	Способы выражения состава фаз. Весовой и молярный составы. Объемная концентрация. Парциальное давление компонентов газовых смесей. Относительный весовой состав. Равновесие между фазами. Материальный баланс процессов массообмена. Уравнение массопередачи. Молекулярная диффузия. Конвективная диффузия. Связь коэффициентов массопередачи и коэффициентов массоотдачи.	2	Расчеты критериев подобия при массопереносе Критериальные уравнения процессов массопередачи.	3 3	—	—

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	Одновременная тепло- и массопередача.	Средняя движущая сила и методы расчета процессов массопередачи. Средняя логарифмическая движущая сила. Число единиц переноса. Определение числа единиц переноса. Определение высоты Единицы переноса.	2	Критериальные уравнения процессов массопередачи. Определение коэффициентов массоотдачи в системах с участием твердой фазы	3 3	—	—
4	Введение в общую теорию поверхностных явлений.	Теория адсорбции. Равновесие между фазами. Материальный баланс процесса адсорбции. Кинетика процесса. Устройство адсорбентов. Адсорберы с неподвижным зернистым адсорбентов. Адсорберы с движущимся зернистым адсорбентом. Адсорберы с кипящим слоем мелкозернистого адсорбента. Расчет адсорберов. Статика сушки. Материальный и тепловой балансы сушки. Кинетика сушки.	3	Материальный и тепловой балансы кристаллизации Материальный и тепловой балансы сушки Кинетика сушки. Расчет сушилок. Расчет сушилок с кипящим слоем.	3 3 3	—	—
Всего аудиторных часов			9		27		—

Таблица 4 – Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов (очно-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	Введение. Сведения из химической кинетики.	Кинетика адсорбции. Адсорбенты и их свойства. Кинетика гетерогенного катализа. Приготовление катализаторов. Кинетика топохимических реакций	2	Расчеты скоростей химических реакций. Изучение зависимости скорости от концентрации реагирующих веществ и температуры.	2	—	—
2	Основы массопереноса	Способы выражения состава фаз. Весовой и молярный составы. Объемная концентрация. Парциальное давление компонентов газовых смесей. Относительный весовой состав. Равновесие между фазами. Материальный баланс процессов массообмена. Уравнение массопередачи. Молекулярная диффузия. Конвективная диффузия. Связь коэффициентов массопередачи и коэффициентов массоотдачи	2	Расчеты критериев подобия при массопереносе Расчеты критериев подобия при массопереносе Критериальные уравнения процессов массопередачи	2	—	—

Продолжение таблицы 4							
№ 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	Одновременная тепло- и массопередача	Средняя движущая сила и методы расчета процессов массопередачи. Средняя логарифмическая движущая сила. Число единиц переноса. Определение числа единиц переноса. Определение высоты Единицы переноса.	2	Критериальные уравнения процессов массопередачи. Определение коэффициентов массоотдачи в системах с участием твердой фазы	2	—	—
4	Введение в общую теорию поверхностных явлений	Теория адсорбции. Равновесие между фазами. Материальный баланс процесса адсорбции. Кинетика процесса. Устройство адсорбентов. Адсорберы с неподвижным зернистым адсорбентом. Адсорберы с движущимся зернистым адсорбентом. Адсорберы с кипящим слоем мелкозернистого адсорбента. Расчет адсорберов. Статика сушки. Материальный и тепловой балансы сушки. Кинетика сушки.	2	Материальный и тепловой балансы кристаллизации Материальный и тепловой балансы сушки Материальный и тепловой балансы сушки	6	—	—
Всего аудиторных часов			8		12		—

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/sveden/eduQuality>) 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-3	Зачет	Комплект контролирующих материалов для зачета

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

- контрольный опрос – всего 40 баллов;
- практические работы – всего 40 баллов;
- индивидуальное задание (реферат) – всего 20 баллов.

Зачет проставляется автоматически, если студент набрал по текущей работе не менее 60 баллов и отчитался за каждую лабораторную и практическую работу по каждому модулю. Минимальное количество баллов по каждому из видов текущей работы составляет 60% от максимального.

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) Обзор и анализ мировых достижений в области химической технологии.
- 2) Проблема энерго- и ресурсосбережения в химической технологии.
- 3) Основные научные и технические проблемы химической технологии.
- 4) Современное состояние и проблемы очистки жидкостей от механических примесей.
- 5) Современное состояние и проблемы обезвоживания суспензий.
- 6) Современное состояние и проблемы сушки непластичного минерального сырья.
- 7) Современное состояние и проблемы сушки органического сырья.
- 8) Физические методы интенсификации процессов химической технологии.
- 9) Использование наноструктур в химической технологии.
- 10) Проблема энергосбережения в промышленности высокотемпературного синтеза.
- 11) Проблема ресурсосбережения в промышленности высокотемпературного синтеза.
- 12) Проблемы внедрения (использования) малоотходных и безотходных технологий при производстве химических продуктов.
- 13) Роль и значение оптимизации физико-химических условий проведения технологических процессов в решении проблем химической технологии.

6.4 Оценочные средства для самостоятельной работы и текущего контроля успеваемости

Варианты заданий для студентов очной формы обучения

Тема 1 Введение. Сведения из химической кинетики. Сведения о теории диффузии

- 1) Назвать основные положения кинетики адсорбции.
- 2) Что такое адсорбенты? Перечислить их свойства.
- 3) Охарактеризовать кинетику гетерогенного катализа.
- 4) Как изготавливают катализаторы?
- 5) Опишите кинетику топочимических реакций.
- 6) Сформулируйте теорию диффузии.

Тестовые задания:

- 1) Химическое равновесие характеризуется:
 - а) минимальным значением энтропии;
 - б) отсутствием химического взаимодействия;
 - в) равенством скоростей прямой и обратной реакции;
 - г) максимальным значением энтропии.
- 2) Применение катализатора в процессе химической реакции:
 - а) способствует снижению энергии активации;
 - б) изменяет тепловой эффект реакции;
 - в) смещает равновесие реакции в сторону разложения продуктов реакции;
 - г) смещает равновесие реакции в сторону образования продуктов реакции.
- 3) Отношение парциального давления компонента к полному давлению равно:
 - а) массовой доле компонента в смеси;
 - б) удельному объему компонента в смеси;
 - в) летучести смеси;
 - г) объемной доле компонента в смеси.

Тема 2 Основы массопереноса. Коэффициенты переноса. Теория подобия. Приведенная пленка

- 1) Перечислить способы выражения состава фаз.
- 2) Что такое весовой и молярный составы?
- 3) Дать определение объемной концентрации.
- 4) Дать характеристику парциального давления компонентов газовых смесей.
- 5) Что такое относительный весовой состав?
- 6) Охарактеризовать равновесие между фазами.
- 7) Как рассчитывается материальный баланс процессов массообмена?
- 8) Приведите уравнение массопередачи.
- 9) Что такое молекулярная диффузия?
- 10) Что такое конвективная диффузия?
- 11) Как связаны коэффициенты массопередачи и коэффициенты массоотдачи?

Тестовые задания:

- 1) Теплообменный процесс, в результате которого конденсация составляющих пара происходит отдельно, называется:
 - а) абсорбция;

- б) адсорбция;
- в) ректификация;
- г) экстракция.

2) Процесс переноса вещества границы раздела фаз в основную массу потока называется:

- а) турбулентной диффузией;
- б) конвективной диффузией;
- в) массоотдачей;
- г) массопередачей.

3) Характеризует скорость переноса вещества внутри фазы конвекцией и молекулярной диффузией одновременно коэффициент:

- а) массоотдачи;
- б) диффузии;
- в) массопередачи;
- г) распределения.

Тема 3 Одновременная тепло- и массопередача. Массопередача при одновременном протекании химической реакции

1) Что такое средняя движущая сила? Назовите методы расчета процессов массопередачи.

2) Что такое средняя логарифмическая движущая сила?

3) Что такое число единиц переноса?

4) Дайте определение числа единиц переноса.

5) Дайте определение высоты единицы переноса.

Тестовые задания:

1) Движущей силой процесса теплопередачи является разность температур:

- а) на входе в теплообменник;
- б) на выходе из теплообменника;
- в) горячего и холодного теплоносителей;
- г) теплоносителя и стенки.

2) Для смешения и разделения потоков применяют:

- а) гидромеханические процессы;
- б) тепловые процессы;
- в) химические процессы;
- г) инерционные процессы.

3) Остаточный исходный раствор в экстрагенте называется:

- а) дистиллятом;
- б) рафинатом;
- в) концентратом;
- г) флегмой.

Тема 4 Введение в общую теорию поверхностных явлений. Особенности физической и химической адсорбции

1) Приведите основные положения теории адсорбции.

2) Что такое равновесие между фазами?

- 3) Как рассчитывается материальный баланс процесса адсорбции?
- 4) В чем заключается кинетика процесса?
- 5) Как устроены адсорбенты?
- 6) Охарактеризуйте адсорберы с неподвижным зернистым адсорбентом.
- 7) Охарактеризуйте адсорберы с движущимся зернистым адсорбентом.
- 8) Охарактеризуйте адсорберы с кипящим слоем мелкозернистого адсорбента.
- 9) Как производится расчет адсорберов?
- 10) Что такое статика сушки?
- 11) Как производится материальный и тепловой балансы сушки?
- 12) Что такое кинетика сушки?

Тестовые задания:

- 1) Для проведения процесса абсорбции требуется:
 - а) снижать давление;
 - б) повышать температуру;
 - в) повышать температуру и снижать давление;
 - г) снижать температуру.
- 2) Движущей силой процесса выпаривания является разность температур:
 - а) греющего пара и раствора;
 - б) кипения раствора по высоте кипятильных труб;
 - в) греющего пара и вторичного пара;
 - г) в сепараторе и барометрическом конденсаторе.
- 3) Переход вещества из газовой, паровой или жидкой фаз в пористый материал называется:
 - а) адсорбцией;
 - б) экстракцией;
 - в) регенерацией;
 - г) обменом.

Задача 1

Сравнить равновесные значения масс хлористого этила, поглощенных 1 кг активированного угля, при различных значениях парциальных давлений паров хлористого этила 20 и 200 мм рт. ст. и температурах -15 и 20 °С. Равновесие описывается изотермой Ленгмюра с параметрами $a \cdot M = 0,55$ кг/кг угля; $b_{20} = 0,013$; $b_{-15} = 0,012$ (мм рт. ст.)⁻¹. Объяснить полученные результаты.

Задача 2

Рассчитать равновесные количества хлористого этила, адсорбированные 30 кг активированного угля при температуре 20 оС и парциальном давлении парообразного хлористого этила в воздухе $p = 0,200$ кгс/см². Равновесие описывается изотермой Ленгмюра с параметрами $M = 0,55$ кг/кг угля; $b_{20} = 0,013$ (мм рт. ст.)⁻¹.

Задача 3

Сравнить равновесные количества пропана, адсорбирующиеся одним килограммом мелкопористого силикагеля при 20°C и относительных давлениях пропана 0,07 и 0,14. Считать справедливой изотерму БЭТ с параметрами $M = 9,5 \%$ (массовая доля) и $C1 = 9,2$.

Задача 4

Определить количества высушенного материала, испаряемой влаги, влажности, влагосодержания и расход абсолютно сухого материала, если влажный материал, содержащий 250 г влаги на 1 кг абсолютно сухой основы, высушивается до состояния, соответствующего содержанию 50 г на 1 кг абсолютно сухого материала. Расход поступающего в сушилку влажного материала $G_n = 2,0$ т/ч.

Задача 5

Сколько влаги необходимо удалить из 1 кг влажного материала при изменении его влажности от 50 до 25 % и от 2 до 1 % (на общую массу)?

Задача 6

Определить количество удаляемой из 2 кг влажного материала влаги при его высушивании: а) от 100 до 60 %; б) от 10 до 6 % (на абсолютно сухой материал).

6.5 Вопросы для подготовки к зачету

- 1) Дать классификацию материалов твердой фазы. Охарактеризовать диффузионное равновесие.
- 2) Назвать и охарактеризовать основные механизмы массопереноса.
- 3) Что называется адсорбцией и как количественно ее характеризуют?
- 4) Дать характеристику физической и химической адсорбции.
- 5) Каким процессом - экзотермическим или эндотермическим является адсорбция?
- 6) За счет каких сил осуществляется адсорбционное взаимодействие?
- 7) Назвать виды межмолекулярного взаимодействия.
- 8) Что такое изотерма адсорбции?
- 9) Привести уравнение материального баланса адсорбции.
- 10) Привести кинетические закономерности адсорбционных процессов.
- 11) Дать характеристику равновесной и неравновесной адсорбции.
- 12) Что такое адсорбенты? Назовите их свойства.
- 13) Привести характеристику гомогенного и гетерогенного катализа.
- 14) Что такое топочимия? Охарактеризовать кинетику топочимических реакций.
- 15) Описать фазовое равновесие при сушке.
- 16) Привести расчет материального баланса конвективной сушки.
- 17) Привести расчет теплового баланса сушки.
- 18) Назвать принципиальные схемы процессов сушки.
- 19) Охарактеризовать кинетические закономерности процесса сушки.

- 20) Что представляет собой массоперенос при сушке?
- 21) Как происходит растворение и экстрагирование твердого вещества?
- 22) Охарактеризуйте устройство и принцип действия экстракторов.
- 23) Что такое равновесие при кристаллизации?
- 24) Привести расчет материального и теплового балансов кристаллизации.
- 25) Привести расчет материального и теплового балансов сушки.
- 26) Охарактеризовать кинетические закономерности процесса кристаллизации.

6.6 Примерная тематика курсовых работ

Курсовые работы не предусмотрены.

7 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1 Рекомендованная литература

Основная литература

1. Тепловые и массообменные процессы: учебно-методическое пособие / М. И. Ведерникова, Л. Г. Старцева, И. К. Гиндулин. – Уральский государственный лесотехнический университет. – Екатеринбург: УГЛТУ, 2023. – 158 с. – Режим доступа:

https://elar.usfeu.ru/bitstream/123456789/12711/1/Vedernikova_23.pdf?ysclid=lw pzsqliop862770648

Дополнительная литература

1. Логинов, В.С. Примеры и задачи по тепломассообмену [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.С. Логинов, А.В. Крайнов, В.Е. Юхнов, Д.В. Феоктистов. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: Лань, 2017 — 256 с. — Режим доступа: <https://corvusbook.xyz/books/primeryi-i-zadachi-po-teplomas>

2. Процессы массопереноса в системах с участием твердой фазы: учебное пособие для студентов направления 18.04.01 «Химическая технология» очной и заочной форм обучения / И.С. Почекутов, Т.В. Рязанова. — Красноярск: СибГАУ, 2016. — 92 с. — Режим доступа: https://docs.yandex.ru/docs/view?tm=1716814173&tld=ru&lang=ru&name=Pochekutov_Protsessyi_2016.pdf

6. Ильин, А.П. Современные проблемы химической технологии неорганических веществ: учебное пособие [текст] / А.П. Ильин, А.А. Ильин; Иван. гос. хим-технол. ун-т.-Иваново, 2011. — 133с. Режим доступа: <https://mkl.isuct.ru/e-lib/sites/default/files/local/tnv%2028092011.pdf>

7. Пентин, Ю.А. Физические методы исследования в химии / Ю.А. Пентин, Л.В. Вилков // М: Мир 2003. — 683 с. Режим доступа: <https://djvu.online/file/geVyS8C9BIwMM?ysclid=lqi73wfmfg554556981>

8. Лобасова, М. С. Тепломассообмен [Электронный ресурс] : учеб. пособие к практ. занятиям / М. С. Лобасова, А. А. Дектерев, Д. С. Серебренников. — Электрон. дан. — Красноярск : ИПК СФУ, 2009.— Режим доступа: <https://docs.yandex.ru/docs/view?>

Учебно-методическое обеспечение

1. Григорьев, Б.А. Тепломассообмен [Электронный ресурс]: учебник / Григорьев Б.А., Цветков Ф.Ф.. — Электрон. дан. — Москва: Издательский дом МЭИ, 2011 — 562 с. — Режим доступа: <https://djvu.online/file/NfdTTARk91E15>

2. Ишанходжаева М.М. Физическая химия. Процессы массообмена в системах с твердой фазой: учебно-методическое пособие / СПбГТУРП.-

СПб., 2014 Часть III.– 32 с. – Режим доступа:
<https://docs.yandex.ru/docs/view?tm>

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
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)


(подпись) С.А. Кончиков
(Ф.И.О.)

преподаватель кафедры
металлургических технологий
(должность)


(подпись) Е.Ю. Рамазанова
(Ф.И.О.)

И.о. заведующего кафедрой МТ


(подпись) Н.Г. Митичкина
(Ф.И.О.)

Протокол № 1 заседания кафедры
металлургических технологий

от 30.08.2024г.

Декана факультета ГМПС


(подпись) О.В. Князьков
(Ф.И.О.)

Согласовано

Председатель методической
комиссии по направлению подготовки
18.04.01 «Химическая технология»
Магистерская программа «Химическая
технология природных
энергонасителей и углеродных материалов»


(подпись) Н.Г. Митичкина
(Ф.И.О.)

Начальник учебно-методического центра


(подпись) О.А. Коваленко
(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	