

Документ подписан простой электронной подписью
 Информация о владельце:
 ФИО: Лапин Вячеслав Александрович
 Должность: Директор
 Дата подписания: 26.08.2026 12:16:27
 Уникальный программный ключ:
 df48b51be157e2f6cf8adf83bc04ff59a6aeacac

**Негосударственное частное образовательное
 учреждение высшего образования
 «Технический университет УГМК»**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
 ТЕОРИЯ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ
 Теоретические основы новых пирометаллургических
 процессов**

Закреплена за кафедрой **металлургии**

Учебный план Направление 22.03.02 Metallurgy Направленность (профиль) Metallurgy
 цветных металлов

Квалификация **бакалавр**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **5 ЗЕТ**

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	6 (3.2)		Итого	
Неделя	13			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	24	24	24	24
Лабораторные	36	36	36	36
Консультации	2	2	2	2
Итого ауд.	60	60	60	60
Контактная работа	62	62	62	62
Сам. работа	91	91	91	91
Часы на контроль	27	27	27	27
Итого	180	180	180	180

Разработчик программы:

д-р техн. наук, проф. кафедры, Жуков Владимир Петрович

Рабочая программа дисциплины

Теоретические основы новых пирометаллургических процессов

разработана в соответствии с ФГОС ВО:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 22.03.02 Metallurgy (приказ Минобрнауки России от 02.06.2020 г. № 702)

составлена на основании учебного плана:

Направление 22.03.02 Metallurgy Направленность (профиль) Metallurgy цветных металлов
утвержденного учёным советом вуза от 18.10.2023 протокол № 10.

Год начала подготовки: 2024

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры
металлургии

1. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)					
УК-1: Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач					
ИУК-1.1: Обладает системными знаниями, необходимыми для анализа ситуаций, в том числе профессиональных, выявления значимых проблем и их решения на основе критического анализа и обобщения информации					
В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен					
1.1	Знать:				
1.1.1	1. Классификацию и физико-химических основы современных пирометаллургических процессов.				
1.1.2	2. Методологию определения вероятности протекания различных пирометаллургических реакций, обоснования условий переработки сырья цветной металлургии.				
1.2	Уметь:				
1.2.1	1. Использовать методологию определения вероятности протекания различных пирометаллургических реакций.				
1.2.2	2. Формулировать рекомендации по выбору условий переработки сырья цветной металлургии.				
2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)					
Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Пр.подг. часов	Примечание
	Раздел 1. Жидкое состояние веществ			0	
1.1	Значение дисциплины для развития технологии металлургических процессов. Особенности металлургических расплавов. Физико-химические свойства жидких металлов. Оксидные расплавы пирометаллургических процессов. Структура жидких шлаков. Характеристика фазового состояния шлаков. Основные свойства шлаков. Физико-химические свойства чистых сульфидов и их смесей. Характеристика фазового состояния штейнов. Основные свойства оксисульфидных расплавов в процессах цветной металлургии. /Лек/	6	4	0	
1.2	Значение дисциплины для развития технологии металлургических процессов. Особенности металлургических расплавов. Физико-химические свойства жидких металлов. Оксидные расплавы пирометаллургических процессов. Структура жидких шлаков. Характеристика фазового состояния шлаков. Основные свойства шлаков. Физико-химические свойства чистых сульфидов и их смесей. Характеристика фазового состояния штейнов. Основные свойства оксисульфидных расплавов в процессах цветной металлургии. /Лаб/	6	10	0	
1.3	Значение дисциплины для развития технологии металлургических процессов. Особенности металлургических расплавов. Физико-химические свойства жидких металлов. Оксидные расплавы пирометаллургических процессов. Структура жидких шлаков. Характеристика фазового состояния шлаков. Основные свойства шлаков. Физико-химические свойства чистых сульфидов и их смесей. Характеристика фазового состояния штейнов. Основные свойства оксисульфидных расплавов в процессах цветной металлургии. /Ср/	6	18	0	
Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Пр.подг. часов	Примечание
	Раздел 2. Фазовое состояние в пирометаллургических системах			0	

2.1	Потенциальные диаграммы системы «Me-S-O». Методика построения потенциальных диаграмм систем применительно к твердофазным процессам окислительного, сульфатизирующего и окислительно-сульфатизирующего обжига сульфидных концентратов. Условия образования и разложения сульфатов в пылегазовых системах автогенных процессов. /Лек/	6	4	0	
2.2	Потенциальные диаграммы системы «Me-S-O». Методика построения потенциальных диаграмм систем применительно к твердофазным процессам окислительного, сульфатизирующего и окислительно-сульфатизирующего обжига сульфидных концентратов. Условия образования и разложения сульфатов в пылегазовых системах автогенных процессов. /Ср/	6	12	0	
Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Пр.подг. часов	Примечание
	Раздел 3. Гетерогенные твердофазные реакции и их кинетические особенности			0	
3.1	Роль воспламенения сульфидов на начальных этапах процесса их окисления в шихтовых факелах автогенных процессов и обжига. Анализ различных моделей массопередачи кислорода к реакционной поверхности для современных окислительных процессов и оценка скорости металлургических реакций с использованием ИТ технологий. Особенности нестационарной массопередачи. Кинетика окисления сульфидов в интенсивных металлургических процессах. Особенности окисления сульфидов во внутридиффузионном режиме. Влияние кинетических закономерностей на технологические параметры работы промышленных агрегатов. /Лек/	6	4	0	
3.2	Роль воспламенения сульфидов на начальных этапах процесса их окисления в шихтовых факелах автогенных процессов и обжига. Анализ различных моделей массопередачи кислорода к реакционной поверхности для современных окислительных процессов и оценка скорости металлургических реакций с использованием ИТ технологий. Особенности нестационарной массопередачи. Кинетика окисления сульфидов в интенсивных металлургических процессах. Особенности окисления сульфидов во внутридиффузионном режиме. Влияние кинетических закономерностей на технологические параметры работы промышленных агрегатов. /Ср/	6	12	0	
Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Пр.подг. часов	Примечание
	Раздел 4. Современное состояние теории восстановительных процессов			0	
4.1	Анализ различных механизмов восстановления оксидов металлов углерод содержащими реагентами, применительно к процессам шахтой плавки, электротермического обеднения шлаков, фьюмингования шлаков. Особенности изучения механизмов высокотемпературного восстановления оксидов металлов в процессе огневого рафинирования. /Лек/	6	4	0	

4.2	Анализ различных механизмов восстановления оксидов металлов углерод содержащими реагентами, применительно к процессам шахтой плавки, электротермического обеднения шлаков, фьюмингования шлаков. Особенности изучения механизмов высокотемпературного восстановления оксидов металлов в процессе огневого рафинирования. /Лаб/	6	14	0	
4.3	Анализ различных механизмов восстановления оксидов металлов углерод содержащими реагентами, применительно к процессам шахтой плавки, электротермического обеднения шлаков, фьюмингования шлаков. Особенности изучения механизмов высокотемпературного восстановления оксидов металлов в процессе огневого рафинирования. /Ср/	6	20	0	
Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Пр.подг. часов	Примечание
	Раздел 5. Причины потерь металлов в шлаках			0	
5.1	Формы нахождения цветных металлов в шлаках современных процессах. Влияние условий образования шлака на величину потерь в различных процессах. Особенности формирования шлаков. Пути снижения потерь цветных металлов со шлаками: обеднение шлаков, металлургическая переплавка шлаков. Роль шлака в процессе рафинирования. /Лек/	6	4	0	
5.2	Формы нахождения цветных металлов в шлаках современных процессах. Влияние условий образования шлака на величину потерь в различных процессах. Особенности формирования шлаков. Пути снижения потерь цветных металлов со шлаками: обеднение шлаков, металлургическая переплавка шлаков. Роль шлака в процессе рафинирования. /Лаб/	6	12	0	
5.3	Формы нахождения цветных металлов в шлаках современных процессах. Влияние условий образования шлака на величину потерь в различных процессах. Особенности формирования шлаков. Пути снижения потерь цветных металлов со шлаками: обеднение шлаков, металлургическая переплавка шлаков. Роль шлака в процессе рафинирования. /Ср/	6	19	0	
Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Пр.подг. часов	Примечание
	Раздел 6. Физико-химические основы процессов испарения, возгонки и конденсации			0	
6.1	Характеристика процессов. Термодинамика. Макромеханизм и кинетика процессов испарения, конденсации. Дистилляция, сублимация, ректификация металлов и их соединений. Теоретические основы процессов возгонки в технологии производства цинка. Анализ поведения летучих компонентов в различных технологических процессах. Физико-химические особенности конденсации, применительно к образованию тонких пылей. /Лек/	6	4	0	
6.2	Характеристика процессов. Термодинамика. Макромеханизм и кинетика процессов испарения, конденсации. Дистилляция, сублимация, ректификация металлов и их соединений. Теоретические основы процессов возгонки в технологии производства цинка. Анализ поведения летучих компонентов в различных технологических процессах. Физико-химические особенности конденсации, применительно к образованию тонких пылей. /Ср/	6	10	0	
6.3	Консультация по дисциплине /Конс/	6	2	0	

3.ОЦЕНКА КАЧЕСТВА РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

3.1. Текущий контроль

Формы и виды текущего контроля по дисциплине, виды заданий, критерии их оценивания, распределение баллов по видам текущего контроля в БРС (при использовании) разрабатываются преподавателем дисциплины с учетом ее специфики и доводятся до сведения обучающихся на первом учебном занятии.

Текущий контроль успеваемости осуществляется преподавателем дисциплины в рамках контактной работы и самостоятельной работы обучающихся.

Возможны различные формы проведения текущей аттестации: устный ответ, письменный ответ, компьютерное тестирование, выполнение практического задания в электронной информационно-образовательной среде (ЭИОС).

Для фиксирования результатов текущего контроля может использоваться ЭИОС.

3.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится с использованием вопросов и заданий из комплекта оценочных материалов (КОМ) по дисциплине.

Оценка сформированности компетенции (части компетенции) осуществляется на основе оценки:

☐ знаниевых результатов – проверяются через тестовые задания с выбором одного или нескольких правильных ответов, а также через устный или письменный ответ на теоретические вопросы;

☐ умений и владений – проверяются через выполнение практических, лабораторных или проектных заданий, а также через решение типовых профессиональных задач.

Критерии оценивания теоретических вопросов и тестовых заданий:

☐ «отлично» – 90–100% правильных ответов;

☐ «хорошо» – 76–89% правильных ответов;

☐ «удовлетворительно» – 60–75% правильных ответов;

☐ «неудовлетворительно» – менее 60% правильных ответов;

☐ «зачтено» – 60–100% правильных ответов;

☐ «незачтено» – менее 60% правильных ответов.

Критерии оценивания практических (практико-ориентированных) заданий:

☐ «отлично» – задание выполнено полностью, без ошибок и недочётов; продемонстрировано свободное владение материалом, умение применять знания в стандартных и нестандартных ситуациях;

☐ «хорошо» – задание выполнено полностью, допущены не более одной негрубой ошибки или одного-двух недочётов;

☐ «удовлетворительно» – задание выполнено не менее чем на 2/3; допущены одна грубая или две-три негрубые ошибки, но общая логика решения сохранена;

☐ «неудовлетворительно» – задание выполнено менее чем на 2/3; допущены грубые ошибки, свидетельствующие о непонимании сути задания или отсутствии необходимых умений;

☐ «зачтено» – 60–100% правильных ответов;

☐ «незачтено» – менее 60% правильных ответов.

Общие положения:

Возможны различные формы проведения промежуточной аттестации: устный ответ, письменный ответ, компьютерное тестирование, выполнение практического задания в электронной информационно-образовательной среде (ЭИОС).

Каждый обучающийся получает уникальный вариант заданий, сформированный из комплекта оценочных материалов.

Итоговая оценка выставляется с учётом как текущего контроля (при наличии), так и результатов промежуточной аттестации.

Комплекты оценочных материалов разрабатываются на кафедре и соответствуют требованиям ФГОС ВО, содержанию рабочей программы и индикаторам компетенций в части, формируемой в рамках дисциплины.

4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

4.1. Рекомендуемая литература

4.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Эл.адрес
Л1.1	Кононова О. Н., Холмогоров А. Г., Кононов Ю. С.	Сорбционное извлечение золота из растворов и пульп: химизм процесса, селективность, технология: монография	Красноярск: Сибирский федеральный университет (СФУ), 2011	https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=229259
Л1.2	Рошин В. Е., Рошин А. В.	Физика пирометаллургических процессов: учебник	Москва, Вологда: Инфра-Инженерия, 2021	https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=617669

4.2.1 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

Комплект лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства, которым обеспечен университет:

1. Операционная система Microsoft Windows (версии, поддерживаемые ТУ УГМК) или отечественные операционные системы на базе Linux, соответствующие требованиям информационной безопасности и поддерживаемые инфраструктурой

университета.

2. Антивирус Касперского (лицензированное антивирусное решение, применяемое в ИТ-инфраструктуре университета).
3. Средства сетевой безопасности и фильтрации трафика SkyDNS.
4. Офисное программное обеспечение семейства Microsoft или совместимый офисный пакет («Р7-Офис», OnlyOffice, LibreOffice), обеспечивающий работу с текстовыми документами, электронными таблицами, презентациями и базовыми форматами обмена.
5. Браузеры и средства доступа к веб-ресурсам (Яндекс.Браузер, Google Chrome, Mozilla Firefox, Microsoft Edge), настроенные на работу с ЭИОС, библиотечными и образовательными онлайн-платформами, с установленными сертификатами МинЦифры РФ.
6. Средства работы с архивами и файловой системой (например, 7-Zip, WinRAR или встроенные средства операционной системы).
7. Средства просмотра и обработки PDF-документов Adobe Acrobat Reader, или встроенные средства ОС.
8. Графический редактор Paint.NET или его кроссплатформенные аналоги (GIMP и др).
9. Текстовый редактор Visual Studio Code или совместимые кроссплатформенные решения с открытым исходным кодом.

4.2.2 Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

4.2.2.1	Российские журналы в свободном доступе научной электронной библиотека eLIBRARY.RU
4.2.2.2	Справочная правовая система КонсультантПлюс

5. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Общая характеристика учебных аудиторий и иных помещений

Дисциплина (модуль, практика) реализуется в учебных аудиториях для проведения учебных занятий, оснащенных оборудованием и техническими средствами обучения.

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа укомплектованы учебной мебелью и техническими средствами обучения: мультимедийное оборудование для предоставления учебной информации аудитории (стационарное или переносное) и (при необходимости) звукоусиливающее оборудование (стационарное или переносное).

Учебные аудитории для проведения практических занятий, в том числе семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации укомплектованы учебной мебелью и техническими средствами обучения: мультимедийное оборудование (стационарное или переносное) и (при необходимости) звукоусиливающее оборудование (стационарное или переносное).

Помещение для самостоятельной работы оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду.

Актуальные сведения о наличии оборудованных учебных кабинетов и объектов для проведения практических занятий представлены в специальном разделе «Сведения об образовательной организации» официального сайта университета.

5.2 Перечень специализированных аудиторий, оснащенных лабораторным оборудованием (заполняется при необходимости)

Ауд. №	Назначение	Оснащение
--------	------------	-----------

6. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

- Изучение рабочей программы дисциплины.
- Обязательная подготовка к практическим занятиям.
- Изучение основной и дополнительной литературы, интернет-источников.
- Выполнение всех видов самостоятельной работы.

Эффективное освоение дисциплины предполагает регулярное посещение всех видов аудиторных занятий, выполнение плана самостоятельной работы в полном объеме и прохождение аттестации в соответствии с календарным учебным графиком.

Студенту рекомендуется ознакомиться со списком основной и дополнительной литературы. Доступ к информационным ресурсам библиотеки и информационно-справочным системам сети "Интернет" организован в читальном зале библиотеки со стационарных ПЭВМ, либо с личного ПЭВМ (ноутбука, планшетного компьютера или иного мобильного устройства) посредством беспроводного доступа при активации индивидуальной учетной записи.

Пользование информационными ресурсами расширяет возможности освоения теоретического курса, выполнения самостоятельной работы.

Практические занятия включают в себя освоение действий, обсуждение проблем по основным разделам курса и направлены

на углубление изученного теоретического материала и на приобретение умений и навыков.

Самостоятельная работа студентов включает освоение теоретического материала, подготовку к выполнению заданий практических занятий, и подготовку к аттестации.

Методические рекомендации по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

При необходимости программа дисциплины может быть адаптирована для инклюзивного обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья с учетом особенностей их психофизического развития, индивидуальных возможностей и необходимых специальных условий их обучения.

При наличии в группе студентов с ограниченными возможностями здоровья возможно использовать адаптивные технологии.

Для студентов с ограниченным слухом:

- использование разнообразных дидактических материалов (карточки, рисунки, письменное описание, схемы и т.п.) как помощь для понимания и решения поставленной задачи;
- использование видеоматериалов, которые дают возможность понять тему занятия и осуществить коммуникативные действия;
- выполнение проектных заданий по изучаемым темам.

Для студентов с ограниченным зрением:

- использование фильмов с возможностью восприятия на слух даваемой в них информации для последующего ее обсуждения;
- использование аудиоматериалов по изучаемым темам, имеющимся на кафедре;
- индивидуальное общение с преподавателем по изучаемому материалу;
- творческие задания по изучаемым темам или по личному желанию с учетом интересов обучаемого.