



Негосударственное частное образовательное
учреждение высшего образования
«Технический университет УГМК»



29.06.2021

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ЭЛЕКТИВНЫЙ МОДУЛЬ ИССЛЕДОВАНИЕ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ
Прикладная термодинамика и кинетика**

Закреплена за кафедрой **металлургии**

Учебный план 22.04.02 **Металлургия**

Квалификация **магистр**

Форма обучения **заочная**

Общая трудоемкость **4 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 144

в том числе:

аудиторные занятия 16

самостоятельная работа 119

часов на контроль 9

Виды контроля на курсах:

экзамены 2

Распределение часов дисциплины по курсам

Курс	1		2		Итого	
	уп	рп	уп	рп		
Лекции	4	4			4	4
Практические	4	4	8	8	12	12
Итого ауд.	8	8	8	8	16	16
Контактная работа	8	8	8	8	16	16
Сам. работа	28	28	91	91	119	119
Часы на контроль			9	9	9	9
Итого	36	36	108	108	144	144

Разработчик программы:

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

Рабочая программа дисциплины

Прикладная термодинамика и кинетика

разработана в соответствии с ФГОС ВО:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - магистратура по направлению подготовки 22.04.02 Metallургия (приказ Минобрнауки России от 24.04.2018 г. № 308)

составлена на основании учебного плана:

22.04.02 Metallургия

утвержденного учёным советом вуза от 20.09.2018 протокол № 8.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

металлургии

Протокол методического совета университета от 15.04.2021 г. № 3

Зав. кафедрой Лебедь А.Б., д-р техн. наук

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
Сформировать у магистранта знания навыки и умения в расчетах термодинамических моделей сульфидных (штейновых), оксидных (шлаковых) и металлических растворов.	
1.1 Задачи	
Задачами освоения дисциплины является формирование у студента следующих компетенций: -способность осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий; -способность решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний в области металлургии; -способность находить и перерабатывать информацию, требуемую для принятия решений в научных исследованиях и в практической технической деятельности.	
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	
Цикл (раздел) ОП:	Б1.В.01
2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.1.1	Дисциплина «Прикладная термодинамика и кинетика» осваивается параллельно с дисциплинами данного модуля.
2.2 Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
2.2.1	Защита выпускной квалификационной работы
2.2.2	Преддипломная практика
2.2.3	Государственная итоговая аттестация
2.2.4	Подготовка к процедуре защиты выпускной квалификационной работы
3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
ОПК-1: Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний в области металлургии	
ИОПК 1.3: Владеет: навыками поиска и устранения причин появления нестандартных ситуаций в ограниченных временем условиях	
ИОПК 1.1: Знает: физико-химические основы металлургических процессов, характеристики и принципы действия оборудования, используемого в технологических процессах получения цветных металлов и их сплавов, а также сопряжённых процессов	
ИОПК 1.2: Умеет: выявлять причины несоответствия параметров технологического процесса, корректировать их в соответствии с ТУ	
ОПК-4: Способен находить и перерабатывать информацию, требуемую для принятия решений в научных исследованиях и в практической технической деятельности	
ИОПК 4.1: Знает: принципы и подходы к поиску, хранению и обработке информации с использованием IT-технологий; технологию получения цветных металлов и сплавов, перечень технологических параметров	
ИОПК 4.2: Умеет: использовать современное программное обеспечение и математический аппарат для анализа, контроля и управления технологическими процессами получения цветных металлов и сплавов	
ИОПК 4.3: Владеет: методами и приемами управления металлургическими процессами с использованием информационных технологий; методикой структурирования задачи в условиях нестандартных ситуаций	
УК-1: Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий	
ИУК 1.1: Раскрывает сущность проблемы как системы противоречий на основе имеющейся информации	
ИУК 1.2: Определяет этапы решения проблемы на основе анализа противоречий и абстрактного мышления	
ИУК 1.3: Рассматривает альтернативы решения проблемы на основе системного подхода, оценивает их преимущества и недостатки	
В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен	
3.1 Знать:	
3.1.1	1. Методологию расчета с использованием методов химической термодинамики, равновесного состава и выхода фаз;
3.1.2	2. Данные о величинах активности компонентов в системе «металл - сера - кислород - кремнезем».
3.2 Уметь:	
3.2.1	1. Формулировать выводы по результатам расчетов термодинамических величин и равновесного распределения компонентов.
3.3 Владеть:	
3.3.1	1. Проводить расчеты термодинамических величин с учетом активности компонентов, используя IT-технологии.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)								
Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Ресурсы	Инте ракт.	Примечание
	Раздел 1. Фундаментальные принципы классической термодинамики, математический аппарат							
1.1	Основные понятия и соотношения термодинамики. Современные данные о термодинамических свойствах веществ. Основы математического метода, используемого в термодинамике. Первый закон термодинамики. Теплота, работа, энергия и энтальпия. Тепловые эффекты химических реакций. Закон Гесса. Второй закон термодинамики. Свободная энергия и термодинамические условия химического равновесия. Закон действующих масс. Энтропия, вероятность и свободная энергия. Влияние температуры на равновесие. Идеальные и регулярные растворы. Применение термодинамической активности. Аналитическое представление термодинамических функций раствора. Термодинамика дисперсных систем. Термодинамика поверхностей раздела. Химический потенциал в поверхностном слое. Изотермы поверхностного натяжения, форма изотерм. Смачивание и растекание. Устойчивость дисперсных систем. Термодинамика растворов электролитов. Термодинамика простого растворения. Особенности термодинамики растворения с химическими реакциями. Связь между расходом реагента и константы равновесия. Методы расчета константы равновесия. /Лек/	1	2	ИУК 1.1 ИУК 1.2 ИУК 1.3 ИОПК 1.1 ИОПК 1.2 ИОПК 1.3 ИОПК 4.1 ИОПК 4.2 ИОПК 4.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	

1.2	<p>Основные понятия и соотношения термодинамики. Современные данные о термодинамических свойствах веществ. Основы математического метода, используемого в термодинамике. Первый закон термодинамики. Теплота, работа, энергия и энтальпия. Тепловые эффекты химических реакций. Закон Гесса. Второй закон термодинамики. Свободная энергия и термодинамические условия химического равновесия. Закон действующих масс. Энтропия, вероятность и свободная энергия. Влияние температуры на равновесие. Идеальные и регулярные растворы. Применение термодинамической активности. Аналитическое представление термодинамических функций раствора. Термодинамика дисперсных систем. Термодинамика поверхностей раздела. Химический потенциал в поверхностном слое. Изотермы поверхностного натяжения, форма изотерм. Смачивание и растекание. Устойчивость дисперсных систем. Термодинамика растворов электролитов. Термодинамика простого растворения. Особенности термодинамики растворения с химическими реакциями. Связь между расходом реагента и константы равновесия. Методы расчета константы равновесия. /Пр/</p>	1	1	ИУК 1.1 ИУК 1.2 ИУК 1.3 ИОПК 1.1 ИОПК 1.2 ИОПК 1.3 ИОПК 4.2 ИОПК 4.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л 2.1 Л2.2 Л2.3	0	
-----	--	---	---	---	--	---	--

1.3	Основные понятия и соотношения термодинамики. Современные данные о термодинамических свойствах веществ. Основы математического метода, используемого в термодинамике. Первый закон термодинамики. Теплота, работа, энергия и энтальпия. Тепловые эффекты химических реакций. Закон Гесса. Второй закон термодинамики. Свободная энергия и термодинамические условия химического равновесия. Закон действующих масс. Энтропия, вероятность и свободная энергия. Влияние температуры на равновесие. Идеальные и регулярные растворы. Применение термодинамической активности. Аналитическое представление термодинамических функций раствора. Термодинамика дисперсных систем. Термодинамика поверхностей раздела. Химический потенциал в поверхностном слое. Изотермы поверхностного натяжения, форма изотерм. Смачивание и растекание. Устойчивость дисперсных систем. Термодинамика растворов электролитов. Термодинамика простого растворения. Особенности термодинамики растворения с химическими реакциями. Связь между расходом реагента и константы равновесия. Методы расчета константы равновесия. /Ср/	1	8	ИУК 1.1 ИУК 1.2 ИУК 1.3 ИОПК 1.1 ИОПК 1.2 ИОПК 1.3 ИОПК 4.2 ИОПК 4.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	
Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Ресурсы	Инте ракт.	Примечание
	Раздел 2. Термодинамические модели сульфидных (штейновых), оксидных (шлаковых) и металлических растворов							
2.1	Термодинамика основных реакций штейно-образования в металлургии меди, никеля, свинца. Анализ математических моделей, описывающих выход, состав штейна в результате плавки сульфидных концентратов. Понятия о модели совершенного ионного раствора (модель М.И. Темкина). Полимерные модели силикатных расплавов. Фундаментальное уравнение полимерной теории. Модель регулярного ионного раствора (модель В.А. Кожеурова). Методология термодинамических расчетов параметров моделей шлаков с использованием диаграмм состояний Me'O-Me"O. Оценка энергетических параметров модели регулярного ионного раствора с помощью диаграммы состояния MeO-SiO ₂ . Термодинамическая модель шлака, имеющей коллективную электронную систему (модель А.Г. Пономаренко). /Лек/	1	2	ИУК 1.1 ИУК 1.2 ИУК 1.3 ИОПК 1.1 ИОПК 1.2 ИОПК 1.3 ИОПК 4.2 ИОПК 4.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	

2.2	Термодинамика основных реакций штейно-образования в металлургии меди, никеля, свинца. Анализ математических моделей, описывающих выход, состав штейна в результате плавки сульфидных концентратов. Понятия о модель совершенного ионного раствора (модель М.И. Темкина). Полимерные модели силикатных расплавов. Фундаментальное уравнение полимерной теории. Модель регулярного ионного раствора (модель В.А. Кожеурова). Методология термодинамических расчетов параметров моделей шлаков с использованием диаграмм состояний Me'O-Me"O. Оценка энергетических параметров модели регулярного ионного раствора с помощью диаграммы состояния MeO-SiO ₂ . Термодинамическая модель шлака, имеющей коллективную электронную систему (модель А.Г. Пономаренко). /Пр/	1	3	ИУК 1.1 ИУК 1.2 ИУК 1.3 ИОПК 1.1 ИОПК 1.2 ИОПК 1.3 ИОПК 4.2 ИОПК 4.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	
2.3	Термодинамика основных реакций штейно-образования в металлургии меди, никеля, свинца. Анализ математических моделей, описывающих выход, состав штейна в результате плавки сульфидных концентратов. Понятия о модель совершенного ионного раствора (модель М.И. Темкина). Полимерные модели силикатных расплавов. Фундаментальное уравнение полимерной теории. Модель регулярного ионного раствора (модель В.А. Кожеурова). Методология термодинамических расчетов параметров моделей шлаков с использованием диаграмм состояний Me'O-Me"O. Оценка энергетических параметров модели регулярного ионного раствора с помощью диаграммы состояния MeO-SiO ₂ . Термодинамическая модель шлака, имеющей коллективную электронную систему (модель А.Г. Пономаренко). /Ср/	1	20	ИУК 1.1 ИУК 1.2 ИУК 1.3 ИОПК 1.1 ИОПК 1.2 ИОПК 1.3 ИОПК 4.2 ИОПК 4.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	
Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетен-ции	Литература	Ресурсы	Инте ракт.	Примечание
	Раздел 3. Методы практических расчетов термодинамики металлургических процессов с использованием ПК							

3.1	Расчет межфазного распределения цветных металлов (на примере меди) между шлаком и штейном (черновой меди) применительно к высокоинтенсивным автогенным окислительным процессам. Расчет межфазного распределения примесных металлов и элементов, глубины рафинирования при окислительном рафинировании черновой меди. Расчет равновесия между конденсированной и паровой газовой фазой в системах Zn (ж)-Zn(г). Оценка степени разделения многокомпонентных сплавов в процессе ректификации. Расчет количественных характеристика растекания жидкости на поверхности твердых тел с образованием капель и пленок применительно к смачиванию жидких оксидов шлака частиц твердого флюса. Расчет параметров устойчивости дисперсной системы, образованной взвешенными каплями сульфидов в шлаковом расплаве, применительно к условиям плавки в печах Ванюкова. Оценка степени загрязненности меди неметаллическими включениями в процессе огневого рафинирования. /Пр/	2	1	ИУК 1.1 ИУК 1.2 ИУК 1.3 ИОПК 1.1 ИОПК 1.2 ИОПК 1.3 ИОПК 4.2 ИОПК 4.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	
3.2	Расчет межфазного распределения цветных металлов (на примере меди) между шлаком и штейном (черновой меди) применительно к высокоинтенсивным автогенным окислительным процессам. Расчет межфазного распределения примесных металлов и элементов, глубины рафинирования при окислительном рафинировании черновой меди. Расчет равновесия между конденсированной и паровой газовой фазой в системах Zn (ж)-Zn(г). Оценка степени разделения многокомпонентных сплавов в процессе ректификации. Расчет количественных характеристика растекания жидкости на поверхности твердых тел с образованием капель и пленок применительно к смачиванию жидких оксидов шлака частиц твердого флюса. Расчет параметров устойчивости дисперсной системы, образованной взвешенными каплями сульфидов в шлаковом расплаве, применительно к условиям плавки в печах Ванюкова. Оценка степени загрязненности меди неметаллическими включениями в процессе огневого рафинирования. /Ср/	2	13	ИУК 1.1 ИУК 1.2 ИУК 1.3 ИОПК 1.1 ИОПК 1.2 ИОПК 1.3 ИОПК 4.2 ИОПК 4.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	
Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетен-ции	Литература	Ресурсы	Инте ракт.	Примечание
	Раздел 4. Математическое описание законов химической кинетики как теоретическая основа моделирования							

4.1	<p>Общие вопросы построения математико-статистических моделей на основе уравнений химической кинетики. Эмпирические модели. Исследование полиномов выше второго порядка. Статистические особенности параметров моделей. Адекватность и содержательность моделей. Дифференциальный и интегральный методы анализа экспериментальных данных. Модель идеального смешения и вытеснения. Характеристика гомогенных реакций. Определение механизма химической реакции их классификация. Гетерогенные реакции (г.р.). Уравнение конвективной диффузии при набегании газового потока на твердое тело, сопровождаемое химической реакцией на его поверхности. Иллюстрация его применения для движения потока флюидной фазы в одном направлении (система «тв-газ») применительно к КФП и ПВС. Построение математической модели гетерогенных термокинетических процессов. Расчет кинетических параметров и температуры воспламенения при окислении твердых сульфидов. Дифференциальные уравнения моделей окисления жидких сульфидов. Уравнения моделей окислительного процесса в интегральной форме. Модель хемсорбции газа в режимах медленной реакции, диффузионном, кинетическом режимах и протекании реакции переходного типа. Основные уравнения и соотношения модели кинетики окисления сульфидов кислородом шлака на примере взаимодействия сульфида железа с кислородом высших оксидов железа (магнетита). Модель кинетики окисления примесей черновой меди (сера, железо) кислородом оксида меди (I). Модель кинетики восстановления закиси железа в шлаковом расплаве твердым углеродом. Кинетика восстановления расплавов оксида кобальта твердым углеродом. Кинетические параметры восстановительных процессов и способы их нахождения согласно двухступенчатого механизма восстановления. (двухступенчатый, диссоциативный). /Пр/</p>	2	3	ИУК 1.1 ИУК 1.2 ИУК 1.3 ИОПК 1.1 ИОПК 1.2 ИОПК 1.3 ИОПК 4.2 ИОПК 4.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л 2.1 Л2.2 Л2.3	0	
-----	--	---	---	---	--	---	--

4.2	<p>Общие вопросы построения математико-статистических моделей на основе уравнений химической кинетики. Эмпирические модели. Исследование полиномов выше второго порядка. Статистические особенности параметров моделей. Адекватность и содержательность моделей. Дифференциальный и интегральный методы анализа экспериментальных данных. Модель идеального смешения и вытеснения. Характеристика гомогенных реакций. Определение механизма химической реакции их классификация. Гетерогенные реакции (г.р.). Уравнение конвективной диффузии при набегании газового потока на твердое тело, сопровождаемое химической реакцией на его поверхности. Иллюстрация его применения для движения потока флюидной фазы в одном направлении (система «тв-газ») применительно к КФП и ПВС. Построение математической модели гетерогенных термокинетических процессов. Расчет кинетических параметров и температуры воспламенения при окислении твердых сульфидов. Дифференциальные уравнения моделей окисления жидких сульфидов. Уравнения моделей окислительного процесса в интегральной форме. Модель хемсорбции газа в режимах медленной реакции, диффузионном, кинетическом режимах и протекании реакции переходного типа. Основные уравнения и соотношения модели кинетики окисления сульфидов кислородом шлака на примере взаимодействия сульфида железа с кислородом высших оксидов железа (магнетита). Модель кинетики окисления примесей черновой меди (сера, железо) кислородом оксида меди (1). Модель кинетики восстановления закиси железа в шлаковом расплаве твердым углеродом. Кинетика восстановления расплавов оксида кобальта твердым углеродом. Кинетические параметры восстановительных процессов и способы их нахождения согласно двухступенчатого механизма восстановления. (двухступенчатый, диссоциативный). /Ср/</p>	2	33	ИУК 1.1 ИУК 1.2 ИУК 1.3 ИОПК 1.1 ИОПК 1.2 ИОПК 1.3 ИОПК 4.2 ИОПК 4.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	
Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетен-ции	Литература	Ресурсы	Инте ракт.	Примечание
	Раздел 5. Диффузия и массопередача, основные закономерности и количественные соотношения. Модели и расчетные уравнения							

5.1	Диффузионная кинетика. Применение уравнений сохранения для решения диффузионных задач. Диффузия, сопровождаемая гомогенной и гетерогенной химической реакцией. Диффузия в стекающей пленке жидкости. Модели механизма переноса вещества. Приложение теории подобия к массоотдаче. Массоперенос в системах жидкость-твердое тело и газ-жидкость-твердое тело. Растворение, осложненное поверхностными эффектами и лимитируемое внутренним звеном. Образование новой газовой фазы. /Пр/	2	2	ИУК 1.1 ИУК 1.2 ИУК 1.3 ИОПК 1.1 ИОПК 1.2 ИОПК 1.3 ИОПК 4.2 ИОПК 4.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	
5.2	Диффузионная кинетика. Применение уравнений сохранения для решения диффузионных задач. Диффузия, сопровождаемая гомогенной и гетерогенной химической реакцией. Диффузия в стекающей пленке жидкости. Модели механизма переноса вещества. Приложение теории подобия к массоотдаче. Массоперенос в системах жидкость-твердое тело и газ-жидкость-твердое тело. Растворение, осложненное поверхностными эффектами и лимитируемое внутренним звеном. Образование новой газовой фазы. /Ср/	2	23	ИУК 1.1 ИУК 1.2 ИУК 1.3 ИОПК 1.1 ИОПК 1.2 ИОПК 1.3 ИОПК 4.2 ИОПК 4.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	
Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Ресурсы	Инте ракт.	Примечание
	Раздел 6. Взаимосвязь гидрогазодинамики, массо- и теплопереноса с кинетикой металлургических процессов							
6.1	Связь процессов массо-теплопереноса. Плавление твердых тел, находящихся в жидкой фазе. Плавление порошкообразных материалов. Диффузия и конвективный массоперенос в движущихся средах. Массоперенос в областях расплава с естественной конвекцией. Массоперенос на твердые и жидкие частицы в расплаве. Массоперенос к единичным пузырькам и группам пузырей. Массообмен в газовых струях, взаимодействующих с жидкостью. Массоперенос при различных видах дутья и перемешивании расплава. Сосредоточенный поток дутья сверху. Наклонное и горизонтальное дутье. Глубинное и донное сосредоточенное и рассредоточенное дутье. Анализ определяющих параметров и критериев. /Пр/	2	2	ИУК 1.1 ИУК 1.2 ИУК 1.3 ИОПК 1.1 ИОПК 1.2 ИОПК 1.3 ИОПК 4.2 ИОПК 4.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	

6.2	Связь процессов массо-теплопереноса. Плавление твердых тел, находящихся в жидкой фазе. Плавление порошкообразных материалов. Диффузия и конвективный массоперенос в движущихся средах. Массоперенос в областях расплава с естественной конвекцией. Массоперенос на твердые и жидкие частицы в расплаве. Массоперенос к единичным пузырькам и группам пузырей. Массообмен в газовых струях, взаимодействующих с жидкостью. Массоперенос при различных видах дутья и перемешивании расплава. Сосредоточенный поток дутья сверху. Наклонное и горизонтальное дутье. Глубинное и донное сосредоточенное и рассредоточенное дутье. Анализ определяющих параметров и критериев. /Ср/	2	22	ИУК 1.1 ИУК 1.2 ИУК 1.3 ИОПК 1.1 ИОПК 1.2 ИОПК 1.3 ИОПК 4.2 ИОПК 4.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	
-----	--	---	----	---	--	--	---	--

4.1 Образовательные технологии**5. КОМПЛЕКТ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ****5.1. Комплект оценочных средств**

Комплект оценочных средств по дисциплине, состоящий из материалов для текущего контроля и проведения промежуточной аттестации обучающихся, включая порядок проведения промежуточной аттестации, систему оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок представлен в КОС дисциплины.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**6.1. Рекомендуемая литература****6.1.1. Основная литература**

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Эл.адрес
Л1.1	Бигеев В. А., Вдовин К. Н., Колокольцев В. М., Салганик В. М.	Основы металлургического производства	Санкт-Петербург: Лань, 2017	https://e.lanbook.com/book/90165
Л1.2	Булидорова Г. В., Галяметдинов Ю. Г., Ярошевская Х. М., Барабанов В. П.	Основы химической термодинамики: к курсу физической химии: учебное пособие	Казань: Казанский научно-исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2011	https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=258361
Л1.3	Колчин Ю. О., Миклушевский В. В., Богатырёва Е. В., Стрижко В. С.	Оборудование гидрометаллургических процессов. Расчёт аппаратов гидрометаллургических процессов.: учебное пособие	Москва: МИСИС, 2006	http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=1837
Л1.4	Богданович К. И.	Серебро, свинец и цинк: монография	Петроград: б.и., 1919	https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=469180

6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Эл.адрес
Л2.1	Козырев А. В.	Термодинамика и молекулярная физика: учебное пособие	Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012	https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=208984

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Эл.адрес
Л2.2	Амирханов Д. Г., Амирханов Р. Д., Шевченко Е. И.	Техническая термодинамика: учебное пособие	Казань: Казанский научно-исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2014	https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=428258
Л2.3	Аверченков В. И., Федоров В. П., Хейфец М. Л.	Основы математического моделирования технических систем: учебное пособие	Москва: ФЛИНТА, 2016	https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=93344

6.3.1 Перечень программного обеспечения

6.3.1.1	Microsoft Visual Studio
6.3.1.2	PTC Mathcad Prime 5
6.3.1.3	Microsoft Windows
6.3.1.4	Microsoft Office (Access, Excel, Word, OneNote, Outlook, PowerPoint, Publisher, Skype for business)
6.3.1.5	Google Chrome
6.3.1.6	Mozilla Firefox
6.3.1.7	7-Zip

6.3.2 Перечень информационных справочных систем

6.3.2.1	Единое окно доступа к информационным ресурсам
6.3.2.2	Консультант-плюс

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Ауд. №	Назначение	Оснащение
225	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной	Учебные места (столы и стулья). Рабочее место преподавателя в составе стол, стул, тумба. Компьютер преподавателя с доступом в интернет, интерактивный проектор с магнитно-маркерной доской. Моторизованный экран с потолочным проектором. Потолочная камера. Документ-камера. Настольный микрофон. Звуковая система.
228	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной	Учебные места (столы и стулья). Рабочее место преподавателя в составе стол, стул, тумба. Компьютер преподавателя с доступом в интернет, интерактивная LCD-панель. Моторизованный экран с потолочным проектором. Потолочная камера. Документ-камера. Настольный микрофон. Звуковая система.
426	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.	Учебные места (столы и стулья). Рабочее место преподавателя в составе стол, стул, тумба, трибунка. Трансформируемая перегородка. Компьютер преподавателя с доступом в интернет, интерактивный проектор с магнитно-маркерной доской. Моторизованный экран с потолочным проектором. Потолочная камера. Документ-камера. Настольный микрофон. Звуковая система. Маркерная доска.

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

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

1. Изучение рабочей программы дисциплины.
2. Посещение и конспектирование лекций.
3. Обязательная подготовка к практическим занятиям.
4. Изучение основной и дополнительной литературы, интернет-источников.
5. 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.

Задания и методические указания к выполнению практических занятий составлены в соответствии с рабочей программой дисциплины "Прикладная термодинамика и кинетика" и представлены в УМК дисциплины.

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.

При подготовке к практическим занятиям используются методические указания, в которых описаны содержание и методы их проведения, условия выполнения, сформулированы вопросы к результатам выполнения заданий.

Методические рекомендации к организации и выполнению самостоятельной работы составлены в соответствии с рабочей программой дисциплины "Прикладная термодинамика и кинетика" и представлены в УМК дисциплины.

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

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.