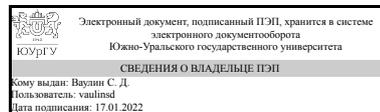


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института  
Политехнический институт



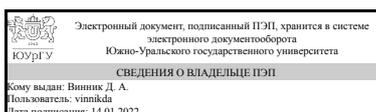
С. Д. Ваулин

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.О.27 Физико-химия металлургических процессов  
для направления 22.03.02 Metallургия  
уровень Бакалавриат  
форма обучения очная  
кафедра-разработчик Материаловедение и физико-химия материалов

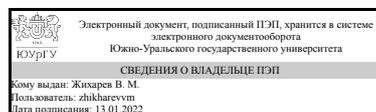
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 22.03.02 Metallургия, утверждённым приказом Минобрнауки от 02.06.2020 № 702

Зав.кафедрой разработчика,  
Д.ХИМ.Н., доц.



Д. А. Винник

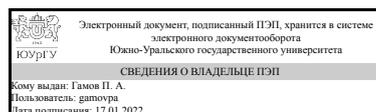
Разработчик программы,  
к.техн.н., доц., доцент



В. М. Жихарев

СОГЛАСОВАНО

Руководитель направления  
к.техн.н., доц.



П. А. Гамов

## 1. Цели и задачи дисциплины

Целью изучения дисциплины является: формирование теоретического базиса бакалавра в области современного материаловедения и прогрессивных технологий получения материалов. Задачей изучения дисциплины является: научить студента пользоваться методами и законами физической химии для анализа материаловедческих (металлургических) систем.

## Краткое содержание дисциплины

Анализ состава и свойств высокотемпературной газовой атмосферы печных агрегатов. Устойчивость химических соединений. Закономерности реакций восстановления оксидов металлов различными восстановителями. Строение и свойства металлических и оксидных расплавов. Закономерности взаимодействия металла со шлаком.

## 2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ОПК-1 Способен решать задачи профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общеинженерные знания	Знает: основные теоретические положения и законы химической термодинамики; физико-химические основы процессов образования и диссоциации оксидов, сульфидов, карбонатов; термодинамические характеристики металлических и оксидных расплавов; равновесные и неравновесные электрохимические процессы; основы химической кинетики, катализа и физико-химические основы реакций горения; физико-химические основы поверхностных явлений; особенности взаимодействия металлов со шлаками и газами; физико-химические основы процессов получения различных металлов и сплавов; физико-химические основы реакций окисления-восстановления, методы рафинирования металлов и другие процессы; физико-химические методы исследования свойств расплавов Умеет: объяснять сущность реальных металлургических процессов с помощью основных теоретических положений и законов физической химии; выбирать исходное сырьё и способ производства конкретного металла и сплава; анализировать процессы, протекающие при производстве металлов и сплавов, и их влияние на получение качественной продукции Имеет практический опыт: расчета основных термодинамических, кинетических и электрохимических параметров реакций, проходящих в металлическом расплаве; знаниями процессов, проходящих в расплавах металлов и сплавов; проведения работ по

	легированию и модифицированию жидких металлов
ОПК-6 Способен принимать обоснованные технические решения в профессиональной деятельности, выбирать эффективные и безопасные технические средства и технологии	Знает: основы методик физико-химических расчетов Умеет: проводить расчеты и делать выводы при решении инженерных задач Имеет практический опыт: выполнения физико-химических расчетов

### 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
1.О.10.01 Неорганическая химия, 1.О.08.02 Математический анализ, 1.О.11 Физическая химия, 1.О.09 Физика	1.О.24.05 Термическая обработка металлов, 1.О.24.03 Литейное производство, 1.О.24.02 Металлургия цветных металлов, 1.О.28 Коррозия и защита металлов

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Дисциплина	Требования
1.О.11 Физическая химия	Знает: базовые понятия физической химии и закономерности химических процессов, основные закономерности физико-химических процессов Умеет: проводить простые операции (схем процессов, первичного анализа результатов и т.п.), воспроизводить основные понятия физической химии, химической технологии и закономерностей химических процессов, решать частные задачи, моделирующие реальные процессы и делать выводы Имеет практический опыт: работы с учебной литературой по физической химии, структурировать материал, выделять главную мысль, формировать смыслы базовых химических понятий, владения основными понятиями, методами расчета и оформления решения полученных заданий
1.О.08.02 Математический анализ	Знает: объекты математического анализа, применяемые при решении технических задач, основные математические методы, методы математического анализа, применяемые для построения и исследования математических моделей объектов профессиональной деятельности, основные математические методы, применяемые в исследовании профессиональных проблем Умеет: анализировать условие поставленной задачи с целью выявления применимости имеющихся знаний и умений для ее решения, принимать обоснованные экономические решения в различных областях жизнедеятельности, применять методы математического анализа для построения и

	исследования математических моделей, использовать основные математические понятия в профессиональной деятельности Имеет практический опыт: навыками систематизации информации, решения задач методами математического анализа, преобразования объектов математического анализа, решения задач методами математического анализа
1.О.09 Физика	Знает: физическую интерпретацию основных природных явлений и производственных процессов, главные положения и содержание основных физических теорий и границы их применимости Умеет: выявлять, формулировать и объяснять естественнонаучную природу природных явлений и производственных процессов, производить расчет физических величин по основным формулам с учетом применяемой системы единиц Имеет практический опыт: владения физической и естественно-научной терминологией, применения физических законов и формул для решения практических задач
1.О.10.01 Неорганическая химия	Знает: элементарные и сложные вещества. химические реакции, основные понятия, законы и модели термодинамики, химической кинетики, переноса тепла и массы Умеет: принимать обоснованные решения, выбирать эффективные и безопасные технические средства и технологии, использовать основные понятия, законы и модели термодинамики, химической кинетики, переноса тепла и массы Имеет практический опыт: расчетов по уравнениям химических реакций, использования теории и практики для решения инженерных задач

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., 54,25 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		4
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108
<i>Аудиторные занятия:</i>	48	48
Лекции (Л)	32	32
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	16	16
Лабораторные работы (ЛР)	0	0
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	53,75	53,75
с применением дистанционных образовательных	0	

технологий		
Подготовка к лекционным тестам, к практическим занятиям,	9,75	9.75
• – изучение материала, вынесенного на самостоятельную проработку и др.	10	10
• Подготовка к зачету	2	2
• Решение домашних задач,	32	32
Консультации и промежуточная аттестация	6,25	6,25
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	зачет

## 5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Задачи и структура курса	1	1	0	0
2	Процессы горения, состав и свойства высокотемпературной газовой атмосферы печных агрегатов.	12	8	4	0
3	Диссоциация и прочность химических соединений	9	7	2	0
4	Восстановление металлов из оксидов	8	6	2	0
5	Строение и свойства металлических расплавов	4	2	2	0
6	Металлургические шлаки	8	4	4	0
7	Некоторые вопросы взаимодействия металла со шлаком	6	4	2	0

### 5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Задачи и структура курса. Термодинамический анализ газовых реакций.	1
1,2,3	2	Методика расчета равновесного состава газовой фазы. Оценка окислительно-восстановительных свойств газовой атмосферы	4
4	2	Термодинамический анализ взаимодействия углерода с газовой фазой. Методика расчета равновесного состава газовой фазы при наличии твердого углерода в системе.	2
5	2	Кинетические закономерности взаимодействия твердого углерода с газовой фазой. Представления о механизме реагирования углерода с газами и распада монооксида углерода с выделением углерода.	2
6,7	3	Общие термодинамические закономерности диссоциации соединений. Оценка термодинамической устойчивости соединений. Влияние температуры, фазовых превращений, степени дисперсности и летучести веществ на термодинамическую прочность соединений. Реакции диссоциации в растворах. Термодинамика диссоциации оксидов железа.	4
8,9	3	Основы теории зарождения и роста новой фазы в недрах исходной распадающейся фазы. Термодинамические и кинетические закономерности образования новой фазы. Механизм и кинетические закономерности диссоциации соединений. Механизм и кинетические закономерности окисления металлов. Образование железной окалины при высокотемпературной газовой коррозии железа.	3
8,9,10	4	Общие термодинамические закономерности реакций восстановления оксидов металлов различными восстановителями. Металлотермическое восстановление. Графическое представление условий равновесия железа и	4

		его оксидов с газовой фазой.	
11	4	Механизм и кинетические закономерности восстановления металлов из их оксидов газами и твердым углеродом.	2
12	5	Строение жидких металлов. Термодинамическая активность компонентов в металлических расплавах.	2
13,14	6	Строение шлаковых расплавов. Активность компонентов шлака, методы ее расчета.	4
15,16	7	Термодинамические основы окислительного рафинирования металла шлаком. Окислительная способность шлака. Распределение элементов между шлаком и железоуглеродистым расплавом. Окисление углерода.	4

## 5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1,2	2	Процессы горения; расчет равновесных составов и окислительных свойств высокотемпературных газовых фаз, в том числе в присутствии твердого углерода.	4
3	3	Расчеты термодинамических характеристик прочности карбонатов, оксидов и сульфидов металлов.	2
4	4	Расчеты условий восстановления оксидов металлов различными восстановителями.	2
5	5	Строение жидких металлов. Термодинамическая активность компонентов в металлических расплавах.	2
6,7	6	Активность компонентов шлака, методы ее расчета.	4
8	7	Распределение элементов между шлаком и железоуглеродистым расплавом.	2

## 5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

## 5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
Подготовка к лекционным тестам, к практическим занятиям,	Осн лит [1],[3]; доп лит [1]	4	9,75
• – изучение материала, вынесенного на самостоятельную проработку и др.		4	10
• Подготовка к зачету		4	2
• Решение домашних задач,	доп лит [3]; УММ эл лит [1,2]	4	32

## 6. Текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

### 6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

№ КМ	Се-местр	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учитывается в ПА
1	4	Текущий контроль	Задание 1 к теме 2. Задание 2 к теме 3. Задание 3 к теме 3. Задание 4 к теме 4. Задание 5 к теме 5. Задание 6 к теме 6. Задание 7 к теме 7.	1	21	Заданиям предшествуют теоретическая часть и примеры решения задач. Вариант зачетной задачи студента соответствует списочному номеру студента в журнале (ведомости) в Электронном ЮУрГУ. При верном решении задачи за 2 недели до сессии студенту выставляется максимальный балл-3. При решении не в срок, с ошибками и неполном решении - 1-2 балла; из них 2 балла-проходной. Текст задачи и необходимые пояснения алгоритма решения являются обязательными для проверки. При отсутствии текста задачи решение не рассматривается- студент получает 0 баллов .	зачет
2	4	Промежуточная аттестация	Контрольные вопросы ко всем темам в системе "Электронный ЮУрГУ"	-	3	Контрольные вопросы к зачету по всем разделам курса введены в систему Электронный ЮУрГУ с описанием процедуры набора баллов. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179).	зачет

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
зачет	При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179) Студент сдает зачет, отвечая при объяснии решения домашних задач в семестре на 2..3 контрольных вопроса из перечня контрольных вопросов, имеющих в системе Электронный ЮУрГУ. При наличии в электронной ведомости в системе Электронный ЮУрГУ у студента проходных баллов по каждому заданию ( РГР) ,исходя из рейтинга 60% , студент получает зачет без дополнительного собеседования.	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

## 6.3. Оценочные материалы

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ
-------------	---------------------	------

		1	2
ОПК-1	Знает: основные теоретические положения и законы химической термодинамики; физико-химические основы процессов образования и диссоциации оксидов, сульфидов, карбонатов; термодинамические характеристики металлических и оксидных расплавов; равновесные и неравновесные электрохимические процессы; основы химической кинетики, катализа и физико-химические основы реакций горения; физико-химические основы поверхностных явлений; особенности взаимодействия металлов со шлаками и газами; физико-химические основы процессов получения различных металлов и сплавов; физико-химические основы реакций окисления-восстановления, методы рафинирования металлов и другие процессы; физико-химические методы исследования свойств расплавов	+	+
ОПК-1	Умеет: объяснять сущность реальных металлургических процессов с помощью основных теоретических положений и законов физической химии; выбирать исходное сырьё и способ производства конкретного металла и сплава; анализировать процессы, протекающие при производстве металлов и сплавов, и их влияние на получение качественной продукции	+	+
ОПК-1	Имеет практический опыт: расчета основных термодинамических, кинетических и электрохимических параметров реакций, проходящих в металлическом расплаве; знаниями процессов, проходящих в расплавах металлов и сплавов; проведения работ по легированию и модифицированию жидких металлов	+	+
ОПК-6	Знает: основы методик физико-химических расчетов	+	+
ОПК-6	Умеет: проводить расчеты и делать выводы при решении инженерных задач	+	+
ОПК-6	Имеет практический опыт: выполнения физико-химических расчетов	+	+

Фонды оценочных средств по каждому контрольному мероприятию находятся в приложениях.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

#### а) основная литература:

1. Жихарев, В. М. Физико-химия металлургических процессов и систем. Упражнения, примеры, задачи Текст Ч. 1 учеб. пособие по специальностям и направлениям металлург. фак. В. М. Жихарев ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Физ. химия ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2013. - 105, [1] с. ил. электрон. версия
2. Казачков, Е. А. Расчеты по теории металлургических процессов Учеб. пособие для металлург. спец. вузов. - М.: Металлургия, 1988. - 288 с. ил.
3. Линчевский, Б. В. Теория металлургических процессов Учебник для студ. высш. учеб. заведений, обучающихся по направлению "Металлургия" и спец. "Физико-химические методы исследования процессов и материалов" Б. В. Линчевский. - М.: Металлургия, 1995. - 352 с. ил.

#### б) дополнительная литература:

1. Антоненко, В. И. Физико-химия металлургических процессов и систем Текст учеб. пособие В. И. Антоненко, В. М. Жихарев, Ю. С. Кузнецов ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Физ. химия ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 1998. - 121 с.
2. Гольдштейн, Н. Л. Теория металлургических процессов. Металлургические системы Учеб. пособие Магнитогор. гос. горно-металлург. ин-т им. Г. И. Носова. - Свердловск: Издательство УПИ, 1979. - 82 с.

3. Жихарев, В. М. Сборник упражнений и задач по теории металлургических процессов [Текст] учеб. пособие В. М. Жихарев ; Челябин. гос. техн. ун-т, Каф. Физ.-хим. исслед. металлург. процессов ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЧГТУ, 1993. - 64 с.

в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:

1. Реферативные журналы «Химия», «Металлургия»; «Физическая химия»; «Неорганические материалы»; «Заводская лаборатория»; «Известия вузов. Черная металлургия»; «Известия вузов. Цветная металлургия»; «Литейное производство»; «Металловедение и термическая обработка металлов»; «Металлург»; «Порошковая металлургия»; «Сталь»; «Физика металлов и металловедение»; «Стандарты и качество»; «Надежность и контроль качества»; «Вестник ЮУрГУ. Серия Металлургия»; «Acta Materialia»; «Metallurgical and Materials Transactions».

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Жихарев В.М. Метод указания оч Физико-химия металлургических процессов

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Жихарев В.М. Метод указания оч Физико-химия металлургических процессов

### Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	Электронный каталог ЮУрГУ	Жихарев, В. М. Физико-химия металлургических процессов и систем. Упражнения, примеры, задачи Ч. 2 : Термодинамика и кинетика восстановления металлов из оксидов : учеб. пособие / В. М. Жихарев ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Физ. химия ; ЮУрГУ Челябинск : Издательский Центр ЮУрГУ , 2015, 83 с <a href="http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&amp;key=000549524">http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&amp;key=000549524</a>
2	Основная литература	Электронный каталог ЮУрГУ	Жихарев, В. М. Физико-химия металлургических процессов и систем. Упражнения, примеры, задачи Ч. 1 : учеб. пособие / В. М. Жихарев ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Физ. химия ; ЮУрГУ Челябинск : Издательский Центр ЮУрГУ , 2013 105, с. + электрон. версия <a href="http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD">http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD</a>
3	Основная литература	Электронный каталог ЮУрГУ	Жихарев, В. М. Прикладная термодинамика и кинетика [Текст] Ч. 1 : Термодинамические закономерности восстановления металлов из оксидов в простых и сложных системах. Упражнения, примеры, задачи : учеб. пособие / В. М. Жихарев ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Физ. химия ; ЮУрГУ Челябинск : Издательский Центр ЮУрГУ , 2014, 100, [1] с. : ил. <a href="http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&amp;key=000532387">http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&amp;key=000532387</a>
4	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Михайлов, Г.Г. Термодинамика металлургических шлаков. [Электронный ресурс] / Г.Г. Михайлов, В.И. Антоненко. — Электрон. дан. — М. : МИСИС, 2013. — 173 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/47475">http://e.lanbook.com/book/47475</a> — Загл. с экрана.

Перечень используемого программного обеспечения:

Нет

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Нет

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Практические занятия и семинары	324 (1)	Компьютеры , подключенные к сети Интернет, пакеты прикладных программ в ауд. 324
Самостоятельная работа студента	324 (1)	Компьютеры инженерного центра МиМТ-факультета, подключенные к сети Интернет, пакеты прикладных программ в ауд. 324
Лекции	408 (1)	Компьютер, видеокамера, проектор