

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

Волжский политехнический институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Волгоградский государственный технический университет"

ВПИ (филиал) ВолгГТУ

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета

\_\_\_\_\_ 2021 г.

**Физико-химия металлургических процессов**  
**рабочая программа дисциплины (модуля)**

Закреплена за кафедрой **Химия, технология и оборудование химических производств**  
Учебный план 22.03.02-vech-sokr-n20.plx  
Направление 22.03.02 МЕТАЛЛУРГИЯ  
Квалификация **бакалавр**  
Форма обучения **очно-заочная**  
Общая трудоемкость **4 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 108  
в том числе:  
аудиторные занятия 48  
самостоятельная работа 60

Виды контроля в семестрах:  
зачеты 4

**Распределение часов дисциплины по семестрам**

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	4 (2.2)		Итого	
	Неделя 16 2/6			
Вид занятий	уп	рп	уп	рп
Лекции	16	16	16	16
Лабораторные	16	16	16	16
Практические	16	16	16	16
Итого ауд.	48	48	48	48
Контактная работа	48	48	48	48
Сам. работа	60	60	60	60
Итого	108	108	108	108

Программу составил(и):

к.х.н., Доцент, Курунина Г.М. \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

**Химия, технология и оборудование химических производств**

Зав. кафедрой

Рабочая программа дисциплины

**Физико-химия металлургических процессов**

разработана в соответствии с ФГОС ВО:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки 22.03.02 МЕТАЛЛУРГИЯ (уровень бакалавриата) (приказ Минобрнауки России от 04.12.2015 г. № 1427)

составлена на основании учебного плана:

Направление 22.03.02 МЕТАЛЛУРГИЯ

утвержденного учёным советом вуза от 27.05.2020 протокол № 10.

Рабочая программа одобрена ученым советом факультета

Протокол от \_\_\_\_\_ 2020 г. № \_\_\_\_

Срок действия программы: 2021-2025 уч.г.

Декан факультета \_\_\_\_\_



**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

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

**2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП**

Цикл (раздел) ООП:	Б1.В
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>
2.1.1	Физическая химия
2.1.2	Математика
2.1.3	Физика
2.1.4	Химия
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>
2.2.1	Защита от коррозии
2.2.2	Металлургия черных металлов

**3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

<b>ОПК-2: готовностью критически осмысливать накопленный опыт, изменять при необходимости профиль своей профессиональной деятельности</b>	
<b>Знать:</b>	
<b>Уметь:</b>	
<b>Владеть:</b>	
<b>ПК-10: способностью осуществлять и корректировать технологические процессы в металлургии и материалообработке</b>	
<b>Знать:</b>	
<b>Уметь:</b>	
<b>Владеть:</b>	

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

<b>3.1</b>	<b>Знать:</b>
3.1.1	основы термодинамического и кинетического анализа высокотемпературных процессов получения и рафинирования цветных металлов.
<b>3.2</b>	<b>Уметь:</b>
3.2.1	термодинамический анализ металлургических систем и процессов; расчеты фазового и химического состава равновесных систем; оценку кинетических характеристик пирометаллургических процессов на основе представлений об их строении и свойствах.
<b>3.3</b>	<b>Владеть:</b>
3.3.1	проведения физико-химических расчетов применительно к системам и процессам цветной металлургии.

**4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Интра ракт.	Примечание
	<b>Раздел 1. Введение</b>						
1.1	проведения физико-химических расчетов применительно к системам и процессам цветной металлургии. /Лек/	4	1	ОПК-2 ПК-10	Л1.1 Л1.3 Э1 Э2 Э3 Э4	0	
	<b>Раздел 2. Горение</b>						
2.1	Процессы горение газов и углерода. /Лек/	4	2	ОПК-2 ПК-10	Л1.1 Л1.3 Э1 Э2 Э3 Э4	0	
	<b>Раздел 3. Диссоциация и прочность химических соединений</b>						
3.1	Диссоциация оксидов и карбонатов /Лек/	4	2	ОПК-2 ПК-10	Л1.1 Л1.3 Э1 Э2 Э3 Э4	0	

	<b>Раздел 4. Восстановление металлов из оксидов</b>						
4.1	<p>Металлотермическое восстановление. Константы равновесия реакций и факторы, влияющие на полноту металлотермического восстановления. Термодинамический анализ реакций восстановления нелетучих металлов из оксидов газообразными восстановителями – водородом и оксидом углерода. Сравнение их восстановительной способности.</p> <p>Восстановление нелетучих металлов оксидом углерода в присутствии твердого углерода. Расчет температуры начала восстановления оксида металла при заданном общем давлении оксидов углерода. Учет растворимости углерода в металле.</p> <p>Восстановление летучих металлов из оксидов газообразными восстановителями. Расчет равновесного состава газовой фазы при заданных температуре и давлении. Смещение равновесия при конденсации парогазовой смеси.</p> <p>Восстановление оксида цинка оксидом углерода. Восстановление оксидов летучих металлов твердым углеродом.</p> <p>Механизм и кинетика восстановления оксидов газами. Стадийность процесса; стадии, определяющие скорость. Условия реализации кинетического и диффузионного режимов. /Лек/</p>	4	4	ОПК-2 ПК-10	Л1.1 Л1.3 Э1 Э2 Э3 Э4	0	
	<b>Раздел 5. Строение и свойства металлических расплавов</b>						

5.1	<p>Анализ строения жидких металлов на основе общих физико-химических представлений о строении жидкостей. Понятие об аморфном состоянии металлов и сплавов.</p> <p>Роль шлаков в металлургических процессах. Химический и минералогический анализ твердых шлаков и их классификация.</p> <p>Диаграммы состояния важнейших двойных систем на основе оксидов кальция, кремния и алюминия.</p> <p>Экспериментальные основы ионной теории жидких шлаков (рентгеноструктурные исследования, электропроводность жидких шлаков, ЭДС в системе металл - шлак). Полупроводниковые свойства оксидов переходных металлов.</p> <p>Термодинамическая активность компонентов шлакового расплава.</p> <p>Основные положения теории совершенных ионных растворов и причины отклонения от нее. Микронеоднородность шлаков.</p> <p>Структурно-чувствительные свойства шлаков. Вязкость и удельная электропроводность, их зависимость от состава и температуры. Коэффициенты диффузии простых и комплексных ионов. /Лек/</p>	4	2	ОПК-2 ПК-10	Л1.1 Л1.3 Э1 Э2 Э3 Э4	0	
<b>Раздел 6. Металлургическая плавка</b>							
6.1	Металлургическая плавка /Лек/	4	2	ОПК-2 ПК-10	Л1.1 Л1.3 Э1 Э2 Э3 Э4	0	
<b>Раздел 7. Взаимодействие металлов со шлаком</b>							
7.1	<p>Электрохимическая природа взаимодействия жидких шлаков с металлом и штейном (качественная картина). Двойной электрический слой на границе фаз. Понятие о сопряженных электродных процессах. Равновесный электродный потенциал и его связь с активностями и концентрациями реагентов.</p> <p>Равновесное распределение кислорода между металлом и шлаком.</p> <p>Факторы, влияющие на окислительную способность шлака. /Лек/</p>	4	3	ОПК-2 ПК-10	Л1.1 Л1.3 Э1 Э2 Э3 Э4	0	
7.2	Процессы горения и свойства высокотемпературной фазы. /Пр/	4	4	ОПК-2 ПК-10	Л1.1 Л1.3 Э1 Э2 Э3 Э4	0	
7.3	Диссоциация и прочность химических соединений /Пр/	4	4	ОПК-2 ПК-10	Л1.1 Л1.3 Э1 Э2 Э3 Э4	0	
7.4	Расчеты термодинамических характеристик прочности карбонатов, оксидов и сульфидов металлов. /Пр/	4	4	ОПК-2 ПК-10	Л1.1 Л1.3 Э1 Э2 Э3 Э4	0	
7.5	Кинетические закономерности процессов диссоциации /Пр/	4	4	ОПК-2 ПК-10	Л1.1 Л1.3 Э1 Э2 Э3 Э4	0	
7.6	Растворимость водорода в жидкой стали /Лаб/	4	4	ОПК-2 ПК-10	Л1.1 Л1.3 Э1 Э2 Э3 Э4	0	

7.7	Определение константы химического равновесия /Лаб/	4	4	ОПК-2 ПК-10	Л1.1 Л1.3 Э1 Э2 Э3 Э4	0	
7.8	Изучение процессов диссоциации с помощью кинетики /Лаб/	4	4	ОПК-2 ПК-10	Л1.1 Л1.3 Э1 Э2 Э3 Э4	0	
7.9	Отчетное занятие /Лаб/	4	4	ОПК-2 ПК-10	Л1.1 Л1.3 Э1 Э2 Э3 Э4	0	
7.10	Контрольная работа. /Ср/	4	60	ОПК-2 ПК-10	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Э1 Э2 Э3 Э4	0	
7.11	/Зачёт/	4	0	ОПК-2 ПК-10	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Э1 Э2 Э3 Э4	0	

## 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### 5.1. Контрольные вопросы и задания

Вопросы к экзамену

1. Проведения физико-химических расчетов применительно к системам и процессам черной и цветной металлургии.
2. Процессы горение газов и углерода.
3. Диссоциация оксидов и карбонатов.
4. Металлотермическое восстановление.
5. Константы равновесия реакций и факторы, влияющие на полноту металлотермического восстановления.
6. Термодинамический анализ реакций восстановления нелетучих металлов из оксидов газообразными восстановителями – водородом и оксидом углерода. Сравнение их восстановительной способности.
7. Восстановление нелетучих металлов оксидом углерода в присутствии твердого углерода.
8. Расчет температуры начала восстановления оксида металла при заданном общем давлении оксидов углерода.
9. Учет растворимости углерода в металле.
10. Восстановление летучих металлов из оксидов газообразными восстановителями.
11. Расчет равновесного состава газовой фазы при заданных температуре и давлении.
12. Смещение равновесия при конденсации парогазовой смеси.
13. Восстановление оксида цинка оксидом углерода.
14. Восстановление оксидов летучих металлов твердым углеродом.
15. Механизм и кинетика восстановления оксидов газами.
16. Стадийность процесса; стадии, определяющие скорость.
17. Условия реализации кинетического и диффузионного режимов.
18. Анализ строения жидких металлов на основе общих физико-химических представлений о строении жидкостей.
19. Понятие об аморфном состоянии металлов и сплавов.
20. Роль шлаков в металлургических процессах.
21. Химический и минералогический анализ твердых шлаков и их классификация.
22. Диаграммы состояния важнейших двойных систем на основе оксидов кальция, кремния и алюминия.
23. Экспериментальные основы ионной теории жидких шлаков (рентгеноструктурные исследования, электропроводность жидких шлаков, ЭДС в системе металл - шлак).
24. Полупроводниковые свойства оксидов переходных металлов.
25. Термодинамическая активность компонентов шлакового расплава.
26. Основные положения теории совершенных ионных растворов и причины отклонения от нее.
27. Микронеоднородность шлаков.
28. Структурно-чувствительные свойства шлаков.
29. Вязкость и удельная электропроводность, их зависимость от состава и температуры.
30. Коэффициенты диффузии простых и комплексных ионов.
31. Металлургическая плавка. Электрохимическая природа взаимодействия жидких шлаков с металлом и штейном (качественная картина).
32. Двойной электрический слой на границе фаз. Понятие о сопряженных электродных процессах.
33. Равновесный электродный потенциал и его связь с активностями и концентрациями реагентов.

34.Равновесное распределение кислорода между металлом и шлаком.
35.Факторы, влияющие на окислительную способность шлака.
<b>5.2. Темы письменных работ</b>
Предусмотрена контрольная работа, по изучаемым разделам.
<b>5.3. Фонд оценочных средств</b>
<b>5.4. Перечень видов оценочных средств</b>

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 6.1. Рекомендуемая литература

#### 6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Колич-во
Л1.1	Морачевский, А.Г.	Физическая химия. Гетерогенные системы [Электронный ресурс]: учебное пособие - <a href="https://e.lanbook.com//book/60048">https://e.lanbook.com//book/60048</a>	Спб.: Лань, 2015	эл. изд.
Л1.2	Курунина, Г. М.	Электропроводность сильных и слабых электролитов [Электронный ресурс]: учебное пособие - <a href="http://lib.volpi.ru">http://lib.volpi.ru</a>	Волжский, 2019	эл. изд.
Л1.3	Верховлюк, А. М., Верховлюк, Г. А.	Физическая химия - основа металлургических процессов: учебное пособие	Москва - Вологда : ИНФРА -Инженерия, 2021	10

#### 6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1	Электронно-библиотечная система «Лань» <a href="http://www.e.lanbook.com">www.e.lanbook.com</a>
Э2	Научная электронная библиотека <a href="http://elibrary.ru">elibrary.ru</a> <a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>
Э3	Электронно-библиотечная система ВолГТУ <a href="http://library.vstu.ru">http://library.vstu.ru</a>
Э4	<a href="http://library.volpi.ru">http://library.volpi.ru</a>

#### 6.3.1 Перечень программного обеспечения

7.3.1.1	MS Windows XP Pro
7.3.1.2	лиц № 41300906
7.3.1.3	бессрочная
7.3.1.4	MS Office 2003
7.3.1.5	Лицензия
7.3.1.6	№41449069
7.3.1.7	2006 г.
7.3.1.8	бессрочная

#### 6.3.2 Перечень информационных справочных систем

7.3.2.1	<a href="http://www.fips.ru">http://www.fips.ru</a>
7.3.2.2	<a href="https://patentscope.wipo.int/search/en/search.jsf">https://patentscope.wipo.int/search/en/search.jsf</a>
7.3.2.3	<a href="http://www.chemindustry.com">http://www.chemindustry.com</a>

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

7.1	Помещения для проведения лекционных, практических занятий укомплектованы
7.2	Учебная мебель на 44 посадочных места, рабочее место преподавателя, LCD телевизор, доска
7.3	Лабораторные работы проводятся в специально оборудованной лаборатории:
7.4	Учебная мебель на 12 посадочных мест, рабочее место преподавателя, доска
7.5	весы ACCULABALK-210,
7.6	прибор «Спектрофлуориметр»,
7.7	весы лабораторные ВК-300.1,
7.8	мешалка ПЭ-6100 – 2шт,
7.9	мешалка ПЭ-6110 – 2шт,
7.10	видеопроектор AcerProjector,
7.11	компьютер Celeron,

7.12	перемешивающее устройство ПЭ-8300 с регулятором,
7.13	печь муфельная,
7.14	сушильный шкаф ШСУ.
7.15	Колбонагреватель ЖКИ-2000 мл, Stegler
7.16	Мешалка магн. с нагр RH basic
7.17	Для организации самостоятельной работы студентов Читальный зал 2 компьютера, принтер HP LaserJet 1320

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

Важным условием успешного освоения дисциплины является создание студентом системы правильной организации своего труда, позволяющей распределить учебную нагрузку равномерно в соответствии с графиком образовательного процесса. Нужно осуществлять самоконтроль, который является необходимым условием успешной учебы. Все задания к практическим занятиям и лабораторным работам, а также задания, вынесенные на самостоятельную работу, рекомендуется выполнять непосредственно после соответствующей темы лекционного курса, что способствует лучшему усвоению материала, позволяет своевременно выявить и устранить «пробелы» в знаниях, систематизировать ранее пройденный материал, на его основе приступить к овладению новыми знаниями, умениями и навыками.

Методические указания к лекционным занятиям:

В ходе лекционных занятий необходимо вести конспектирование учебного материала, обращать внимание на формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Необходимо задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций. Целесообразно дорабатывать свой конспект лекции, делая в нем соответствующие записи из литературы, рекомендованной преподавателем и предусмотренной учебной программой.

Подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам:

Практические занятия и лабораторные работы позволяют развивать у студентов творческое теоретическое мышление, умение самостоятельно изучать литературу, анализировать практику; учат четко формулировать мысль. Начинать надо с изучения рекомендованной литературы. Необходимо помнить, что на лекции обычно рассматривается не весь материал, а только его часть. Остальная его часть восполняется в процессе самостоятельной работы. В связи с этим работа с рекомендованной литературой обязательна. Готовясь к практическому занятию или лабораторной работе, студент может обращаться за методической помощью к преподавателю. Идя на консультацию, необходимо хорошо продумать вопросы, которые требуют разъяснения.

Методические указания к самостоятельной работе:

Самостоятельная работа студента является основным средством овладения учебным материалом во время, свободное от обязательных учебных занятий. Самостоятельная работа студента над усвоением учебного материала по учебной дисциплине может выполняться в библиотеке университета, учебных кабинетах, компьютерных классах, а также в домашних условиях. Содержание самостоятельной работы студента определяется учебной программой дисциплины, методическими материалами, заданиями и указаниями преподавателя. Самостоятельная работа в аудиторное время может включать:

- 1) конспектирование (составление тезисов) лекций;
- 2) решение задач;
- 3) работу со справочной и методической литературой;
- 4) выступления с докладами, сообщениями на практических занятиях;
- 5) защиту выполненных работ;
- 6) участие в текущем опросе по отдельным темам изучаемой дисциплины;
- 7) участие в беседах, деловых (ролевых) играх, дискуссиях, круглых столах, конференциях;
- 8) участие в тестировании и др.

Самостоятельная работа во внеаудиторное время может состоять из:

- 1) повторение лекционного материала;
- 2) изучения учебной и научной литературы;
- 3) выделение наиболее сложных и проблемных вопросов по изучаемой теме, получение разъяснений и рекомендаций по данным вопросам с преподавателями кафедры на их консультациях;
- 4) проведение самоконтроля путем ответов на вопросы текущего контроля знаний, решения представленных в учебно-методических материалах кафедры задач, тестов по отдельным вопросам изучаемой темы;
- 5) подготовки к практическим занятиям и лабораторным работам;
- 6) решения задач, выданных на практических занятиях и лабораторных работах.

В соответствии с методическими рекомендациями Минобрнауки РФ (утв. 8 апреля 2014 г. N АК-44/05вн) в курсе предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений с другими студентами, создании комфортного психологического климата в студенческой группе. Подбор и разработка учебных материалов производятся с учетом предоставления материала в различных формах: аудиальной, визуальной, с использованием специальных технических средств и информационных систем.

Форма проведения аттестации для студентов-инвалидов устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей.

Форма проведения аттестации для студентов-инвалидов устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей. Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной или электронной форме (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- в печатной форме или электронной форме с увеличенным шрифтом и контрастностью (для лиц с нарушениями слуха, речи, зрения);
- методом чтения ассистентом задания вслух (для лиц с нарушениями зрения).

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге или набором ответов на компьютере (для лиц с нарушениями слуха, речи);
- выбором ответа из возможных вариантов с использованием услуг ассистента (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);