

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Документ подписан простыми электронными подписями  
Информация о владельце: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
ФИО: Крюков Вадим Николаевич высшего образования  
Должность: Проректор по образовательной деятельности и инновационной политике  
«Запорожский государственный университет им. Н.М. Федоровского»  
Дата подписания: 23.06.2026 09:23:21 (ЗГУ)  
Уникальный программный ключ:  
1b0adb7fd710f6a0705d90c58682bd0c5f2f25b2

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по ОД и МП  
Крюков В.Н.

# Физико-химические основы металлургического производства

## рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой **Металлургии, машин и оборудования**  
Учебный план 2.6.2. \_МЦа-2026+.plx  
Научная специальность: Металлургия черных, цветных и редких металлов  
**аспирант**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **2 ЗЕТ**

Часов по учебному плану	72	Виды контроля в семестрах: экзамен
в том числе:		
аудиторные занятия	24	
самостоятельная работа	21	
часов на контроль	27	

### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	3 (3.1)	
Неделя		
Вид занятий	уп	рп
Лекции	12	12
Практические	12	12
Итого ауд.	24	24
Контактная работа	24	24
Сам. работа	21	21
Часы на контроль	27	27
Итого	72	72

Рецензент(ы):

Рабочая программа дисциплины

**Физико-химические основы металлургического производства**

разработана в соответствии с ФГТ:

Федеральные государственные требования к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов (адъюнктов) (приказ Минобрнауки России от 20.10.2021 г. № 951)

составлена на основании учебного плана:

Научная специальность: Металлургия черных, цветных и редких металлов

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

**Металлургии, машин и оборудования**

Протокол № 11 от 10.06.2026

Срок действия программы: 2026-2030

И.о. зав. кафедрой к.т.н., доцент Е.В. Лаговская

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2026-2027 учебном году на заседании кафедры  
**Металлургии, машин и оборудования**

Протокол от \_\_\_\_\_ 2026 г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2027-2028 учебном году на заседании кафедры  
**Металлургии, машин и оборудования**

Протокол от \_\_\_\_\_ 2027 г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2028-2029 учебном году на заседании кафедры  
**Металлургии, машин и оборудования**

Протокол от \_\_\_\_\_ 2028 г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2029-2030 учебном году на заседании кафедры  
**Металлургии, машин и оборудования**

Протокол от \_\_\_\_\_ 2029 г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

1.1	формирование у студентов систематизированных знаний для овладения и понимания специальных дисциплин; получение базовых знаний и формирование основных навыков по физической химии, необходимых для решения задач, возникающих в практической деятельности направления подготовки в области металлургии.
-----	---

**2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП**

Цикл (раздел) ООП:	2.1.4
2.1	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>
2.2	<b>Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>

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

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

3.1	<b>Знать:</b>
3.2	<b>Уметь:</b>
3.3	<b>Владеть:</b>

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

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Инте практ.	Примечание
	<b>Раздел 1. Семестр 3</b>						
1.1	Структура и содержание курса. Предмет физической химии и ее связь с другими науками. /Лек/	3	4		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Э1	0	
1.2	Специфические особенности химических систем /Лек/	3	4		Л1.3Л2.1 Э1	0	
1.3	Основные положения химической термодинамики /Лек/	3	2		Л1.3Л2.1 Э1	0	
1.4	Основные положения химической термодинамики /Пр/	3	2		Л1.3Л2.1 Э1	0	
1.5	Основные положения химической кинетики, химическое равновесие	3	2		Л1.3Л2.1 Э1	0	
1.6	Основные положения химической кинетики, химическое равновесие /Пр/	3	4		Л1.3Л2.1 Э1	0	
1.7	Основные положения химической кинетики, химическое равновесие /Ср/	3	13		Л1.3Л2.1 Э1	0	
1.8	Термодинамика межфазных переходов /Пр/	3	6		Л1.2Л2.2 Э1	0	
1.9	Термодинамика межфазных переходов /Ср/	3	8		Л1.2Л2.2 Э1	0	
1.10	Истинные растворы /Лек/	4	6		Л1.2Л2.2 Э1	0	
1.11	Истинные растворы /Ср/	4	10		Л1.2Л2.2 Э1	0	
1.12	Механизмы и кинетика химических реакций /Пр/	4	6		Л1.1Л2.3 Э1	0	
1.13	Механизмы и кинетика химических реакций /Ср/	4	10		Л1.1Л2.3 Э1	0	
1.14	Электрохимические процессы /Лек/	4	6		Л1.1Л2.4 Э1	0	
1.15	Электрохимические процессы /Пр/	4	6		Л1.1Л2.4 Э1	0	
1.16	Электрохимические процессы /Ср/	4	10		Л1.1Л2.4 Э1	0	

**5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ****5.1. Контрольные вопросы и задания**

1.	Основные понятия термодинамики. Первое начало термодинамики.
----	--

2. Внутренняя энергия, работа, теплота. Термическое уравнение состояния.
3. Расчет теплоты и работа различных процессов. Энтальпия.
4. Закон Гесса. Зависимость энтальпии от температуры. Уравнение Кирхгофа.
5. Четыре следствия закона Гесса. Расчет тепловых эффектов реакции с помощью теплот образования, теплот сгорания, теплот растворения и энергии связи.
6. Теплоемкость. Зависимость теплоемкости от температуры. Ряд Келли.
7. Энергия кристаллической решетки. Энергия связи.
8. Расчет  $\Delta U$  и  $\Delta H$  различных процессов.
9. Энтропия. Второе начало термодинамики. Зависимость энтропии от температуры.
10. Зависимость энтропии от давления и объема на примере идеального газа.
11. Расчет изменения энтропии в различных обратимых процессах (изотерма, изохора, изобара).
12. Изменение энтропии при фазовом переходе. Энтропия смешения газов. Расчет изменения энтропии в необратимых процессах.
13. Термодинамические потенциалы, фундаментальные уравнения термодинамики. Энергия Гельмгольца.
14. Свободная энергия Гиббса. Зависимость свободной энергии Гиббса при протекании химической реакции  $\Delta_r G$ .
15. Интенсивные и экстенсивные величины. Химический потенциал. Фундаментальные уравнения термодинамики в открытых системах.
16. Условия равновесия и направление протекания процессов в изолированной и открытой системах.
17. Константа равновесия химической реакции для случая реагирующей смеси идеальных газов.
18. Изотерма химической реакции. Различные выражения для константы равновесия  $K_p$ ,  $K_c$ ,  $K_x$ ,  $K_N$ .
19. Углекислый газ массой 20 г занимает объем 3 л при температуре 250С. Найдите давление.
20. При сгорании 1г глюкозы в закрытом сосуде выделилось 31,13 кДж тепла. Рассчитайте значения  $\Delta H$  и  $\Delta U$  для сгорания 1 моль глюкозы.
21. В чем проявляется статистический характер второго закона термодинамики?
22. Как изменится энтропия идеального газа при равновесном изотермическом сжатии?
23. Что такое термодинамические функции? Чему равно изменение энергии Гельмгольца при обратимом испарении 1 кг воды?

## 5.2. Темы письменных работ

Самостоятельная работа

## 5.3. Фонд оценочных средств

Критерии оценки знаний студентов при проведении тестирования. Тестовое задание по дисциплине содержит 25 вопросов.

- Оценка «отлично» выставляется при условии правильного ответа студента не менее чем 80% тестовых заданий;
- Оценка «хорошо» выставляется при условии правильного ответа студента не менее чем 60% тестовых заданий;
- Оценка «удовлетворительно» выставляется при условии правильного ответа студента не менее 45%.

Критерии оценки знаний студентов при проведении промежуточной аттестации Экзаменационный билет содержит 3 вопроса.

- Оценка «отлично» выставляется при условии правильного и полного ответа студента на все три вопроса, а также на все дополнительные вопросы;
- Оценка «хорошо» выставляется при условии правильного ответа студента на все три вопроса, но при этом ответы неполные или в них допущены неточности; даны ответы более чем на 50% дополнительных вопросов;
- Оценка «удовлетворительно» выставляется при условии неполного ответа студента на все три вопроса либо дан полный ответ на два вопроса, на третий вопрос ответ отсутствует; даны ответы менее чем на 50% дополнительных вопросов.

## 5.4. Перечень видов оценочных средств

Оценочные средства по категории "ЗНАТЬ": контрольные вопросы, тесты, экзаменационные билеты.

Оценочные средства по категории "УМЕТЬ": расчетные задания, тесты, экзаменационные билеты.

Оценочные средства по категории "ВЛАДЕТЬ": расчетные задания.

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

### 6.1. Рекомендуемая литература

#### 6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие, размещение	Издательство, год	Колич-во
Л1.1	Носова О.В.	Физическая химия. Химическая кинетика: Учеб. пособие	Норильск, 1999	29
Л1.2	Коровин Н. В.	Общая химия: учебник для вузов	М.: Высш. шк., 2009	3
Л1.3	Глинка Н. Л.	Общая химия: учеб. пособие для вузов	М.: Кнорус, 2010	30

#### 6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие, размещение	Издательство, год	Колич-во
--	---------------------	----------------------	-------------------	----------

	Авторы, составители	Заглавие, размещение	Издательство, год	Колич-во
Л2.1	Сост. Н.М. Барон, Э.И. Квят, Е.А. Подгорная и др.; Под ред. К.П. Мищенко, А.А. Равделя	Краткий справочник физико-химических величин	Л.: Химия, 1974	4
Л2.2	Кудряшов И.В., Каретников Г.С.	Сборник примеров и задач по физической химии: учеб.пособие для хим.-технол. спец. вузов	М.: Высш. шк., 1991	98
Л2.3	Стромберг А.Г., Семченко Д.П.	Физическая химия: учебник для хим.-технол. спец. вузов	М.: Высш. шк., 1988	44
Л2.4	Киреев В.А.	Краткий курс физической химии: учебник для нехим. спец. вузов	М.: Химия, 1978	10

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

Э1	Электронный каталог ЗГУ <a href="http://biblio.norvuz.ru">http://biblio.norvuz.ru</a>
<b>6.3.1 Перечень программного обеспечения</b>	
6.3.1.1	MS Windows 7 (Номер лицензии 62693665 от 19.11.2013)
6.3.1.2	MS Office Standard 2013 (Номер лицензии 62693665 от 19.11.2013)
6.3.1.3	MS Office Standard 2007 (Номер лицензии 62693665 от 19.11.2013)
6.3.1.4	MS Windows XP (Номер лицензии 62693665 от 19.11.2013)
6.3.1.5	ABBYY FineReader 10 (Номер лицензии 94965 от 25.08.2010)
<b>6.3.2 Перечень информационных справочных систем</b>	
6.3.2.1	Электронная библиотечная система <a href="http://www.iprbookshop.ru">www.iprbookshop.ru</a> ;
6.3.2.2	ЭБ ЗГУ

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

7.1	Учебные аудитории для проведения лекций;
7.2	Учебные аудитории для практических (семинарских) занятий;
7.3	Учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, самостоятельной работы; текущего контроля и промежуточной аттестации;
7.4	Учебные аудитории для проведения лабораторных работ

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

Для успешного освоения учебного материала студенту необходимо ясно понимать значимость и место дисциплины в его профессиональной подготовке и активно участвовать во всех видах учебного процесса. По дисциплине учебным планом предусмотрена контактная и самостоятельная работа обучающегося.

Контактная работа включает лекционные, практические и лабораторные занятия, коллективные и индивидуальные консультации.

На лекционных занятиях необходимо внимательно слушать преподавателя, подробно и аккуратно вести конспект, который дополняется и корректируется в процессе самостоятельной проработки материала. Практические занятия предусмотрены для формирования умений и навыков применения теории на практике для решения профессиональных задач.

Перед лабораторным занятием студенту необходимо проработать предыдущий теоретический курс, используя конспект лекций и рекомендуемую литературу, а также ознакомиться с ходом работы в соответствии с источниками.

На практических занятиях студентами выполняются тематические и расчетные задания по темам курса. Студенту необходимо активно участвовать в учебном процессе, при необходимости задавать вопросы преподавателю.

Текущий контроль проводится в виде: защиты практических заданий и отчетов по лабораторным работам.

Для реализации самостоятельной работы созданы следующие условия и предпосылки:

1. студенты обеспечены информационными ресурсами в библиотеке ЗГУ (учебниками, учебными пособиями, банком индивидуальных заданий);
2. студенты обеспечены информационными ресурсами в локальной сети ЗГУ (в электронном виде выставлено методическое обеспечение дисциплины);
3. организованы еженедельные консультации.

Промежуточная аттестация по дисциплине. Подготовка к промежуточной аттестации включает проработку теоретического

материала, ответы на контрольные вопросы. Вопросы, возникающие во время подготовки, можно выяснить во время консультации.

Для получения допуска студент должен выполнить, оформить и сдать все виды работ, предусмотренные тематическим планом учебной программы дисциплины.

Допуск выставляется только в случае положительной аттестации по всем контрольным точкам и после выполнения студентом всех видов самостоятельной и аудиторной работы.