

Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**Б1.Б.09 Физическая химия**

---

наименование дисциплины (модуля) в соответствии с учебным планом

Направление подготовки / специальность

22.03.02 МЕТАЛЛУРГИЯ

---

Направленность (профиль)

22.03.02 МЕТАЛЛУРГИЯ

---

Форма обучения

заочная

---

Год набора

2020

---

Красноярск 2023

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Программу составили \_\_\_\_\_

канд.хим.наук, доцент, Васильева М.Н.

\_\_\_\_\_  
должность, инициалы, фамилия

## 1 Цели и задачи изучения дисциплины

### 1.1 Цель преподавания дисциплины

Цель изучения дисциплины - формирование и развитие физико-химического мышления, способности применять расчетные и экспериментальные методы физической химии для решения профессиональных задач, посредством освоения ее фундаментальных понятий и законов, общих закономерностей протекания химических реакций.

### 1.2 Задачи изучения дисциплины

Изучение теоретических основ классической термодинамики и способов применения термодинамических методов для решения проблем металлургического производства.

Овладение расчетными и экспериментальными методами анализа физико-химических процессов и навыками их использования для решения задач, связанных с производством и обработкой металлов и сплавов.

Основной задачей изучения дисциплины является формирование компетенций, необходимых в дальнейшей профессиональной деятельности выпускника, включающей процессы обогащения и переработки руд и других материалов с целью получения концентратов и полупродуктов, процессы получения металлов и сплавов, металлических изделий требуемого качества, а также процессы обработки, при которых изменяются химический состав и структура металлов (сплавов) для достижения определённых свойств.

### 1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине
<b>ОПК-1: готовностью использовать фундаментальные общеинженерные знания</b>	
ОПК-1: готовностью использовать фундаментальные общеинженерные знания	знать основные понятия и законы физической химии, область применения этих законов уметь использовать законы химической термодинамики и кинетики для установления возможности, глубины и скорости протекания химических процессов владеть методами экспериментального определения термодинамических и кинетических параметров металлургических процессов
<b>ПК-4: готовностью использовать основные понятия, законы и модели термодинамики, химической кинетики, переноса тепла и массы</b>	

ПК-4: готовностью использовать основные понятия, законы и модели термодинамики, химической кинетики, переноса тепла и массы	Знать базовую терминологию, относящуюся к изучаемой дисциплине, основные понятия и законы, их математическое выражение Уметь использовать законы химической термодинамики и кинетики для установления возможности и глубины протекания процессов в тех или иных условиях
	Владеть навыками применения законов физической химии к анализу металлургических процессов
<b>ПК-9: готовностью проводить расчеты и делать выводы при решении инженерных задач</b>	
ПК-9: готовностью проводить расчеты и делать выводы при решении инженерных задач	Знать принципы использования термодинамического подхода для описания металлургических процессов Уметь решать задачи по химической термодинамике и кинетике, анализировать диаграммы фазовых равновесий Владеть методами выполнения расчетов и моделирования химического и фазового равновесий, свойств растворов, а также проведения расчетов физико-химических величин

#### **1.4 Особенности реализации дисциплины**

Язык реализации дисциплины: Русский.

Дисциплина (модуль) реализуется без применения ЭО и ДОТ.

## 2. Объем дисциплины (модуля)

Вид учебной работы	Всего, зачетных единиц (акад.час)	Семестр					
		1	2	3	4	5	6

### 3 Содержание дисциплины (модуля)

#### 3.1 Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план занятий)

		Контактная работа, ак. час.							
№ п/п	Модули, темы (разделы) дисциплины	Занятия лекционного типа		Занятия семинарского типа				Самостоятельная работа, ак. час.	
				Семинары и/или Практические занятия		Лабораторные работы и/или Практикумы			
		Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС
<b>1. Химическая термодинамика. Химическое равновесие.</b>									
	1. Установочная лекция	1							

<p>2. Введение. Предмет и составные части физической химии. Основные этапы развития физической химии как современной теоретической основы химии. Методы термодинамики, кинетики и квантовой химии в описании химических явлений.</p> <p>Основные понятия, законы и модели термодинамики. Теплота и работа. Внутренняя энергия. Первый закон термодинамики. Применение первого закона термодинамики к процессам в идеальном газе. Энтальпия. Закон Г.И. Гесса. Зависимость теплового эффекта реакции от температуры. Уравнение Кирхгоффа. Зависимость теплоемкости от температуры и расчеты тепловых эффектов реакций. Таблицы стандартных термодинамических величин и их использование в термодинамических расчетах</p> <p>Второй закон термодинамики. Энтропия. Обратимые и необратимые термодинамические процессы. Уравнение второго начала термодинамики для обратимых и необратимых процессов. Изменение энтропии в изолированной системе – критерий направления самопроизвольного процесса. Вычисление изменения энтропии в различных процессах. Статистический характер второго закона термодинамики. Энтропия и термодинамическая вероятность системы.</p> <p>Термодинамические потенциалы и характеристические функции. Энергия Гельмгольца, энергия Гиббса. Условия равновесия и критерии самопроизвольного протекания процессов.</p> <p>Химическое равновесие. Виды и свойства химического равновесия. Принцип Ле Шателье. Закон действующих масс для гомогенных и гетерогенных реакций. Зависимость константы равновесия химической реакции от температуры. Уравнение изобары Вант-Гоффа. Уравнение изотермы Вант-Гоффа. Стандартное химическое сродство.</p> <p>Химический потенциал. Условие равновесного перехода компонента из одной фазы в другую.</p> <p>Принципы использования термодинамического подхода для описания современных металлургических систем.</p>	3							
	7							

<p>3. Химическая термодинамика. Решение задач по химической термодинамике.  Закон Гесса. Расчет теплового эффекта химической реакции при стандартных условиях.  Закон Кирхгофа. Расчет теплового эффекта химической реакции при заданной температуре.  Расчет изменения энтропии.  Расчет энергии Гиббса.  Химическое равновесие. Константа химического равновесия гомогенных реакций.  Влияние температуры на константу равновесия.  Уравнение изобары Вант-Гоффа.  Химическое сродство. Уравнение изотермы Вант-Гоффа.  Принципы использования термодинамического подхода для описания современных металлургических систем.</p>			2					
<p>4. Калориметрическое определение теплоты растворения солей.  Калориметрическое определение теплоты нейтрализации сильных электролитов.  Исследование химического равновесия гомогенной реакции в растворе.</p>				2				
<p>5. Самостоятельное выполнение контрольной работы</p>							12	
<p><b>2. Термодинамика фазовых превращений.</b></p>								



<p>1. Вывод и анализ уравнения Клапейрона-Клаузиуса.  Фазовые переходы первого и второго рода.  Диаграммы состояния. Способы построения диаграмм состояния. Принцип непрерывности и принцип соответствия. Правило фаз Гиббса.  Диаграммы состояния однокомпонентных систем.  Полиморфизм. Аллотропия. Энантиотропные и монотропные фазовые переходы.  Диаграммы состояния двухкомпонентных систем.  Анализ диаграмм состояния. Правило Рычага.  Построение кривых охлаждения.</p>	3							
<p>2. Анализ диаграмм состояния однокомпонентных и двухкомпонентных систем. Правило фаз Гиббса.  Правило рычага. Построение кривых охлаждения.</p>			3					
<p>3. Построение диаграммы фазового равновесия двухкомпонентной системы в конденсированном состоянии.  Определение давления насыщенного пара жидкости по температуре кипения.</p>					2			
<p>4. Самостоятельное выполнение контрольной работы</p>							11	
<b>3. Растворы.</b>								

<p>1. Общая характеристика и классификация растворов. Формы выражения состава растворов. Интегральные и парциальные молярные свойства растворов. Химический потенциал, связь с составом и температурой.</p> <p>Идеальные растворы. Разбавленные растворы. Законы Рауля, Сивертса, Генри. Закон распределения вещества между двумя несмешивающимися фазами. Криоскопия и эбуллиоскопия.</p> <p>Реальные растворы. Термодинамическая активность компонента в реальном растворе. Коэффициент термодинамической активности. Отклонения от закона Рауля в поведении реальных растворов.</p>	2							
<p>2. Растворы неэлектролитов.</p> <p>Формы выражения состава растворов.</p> <p>Термодинамические характеристики растворов.</p> <p>Идеальные растворы.</p> <p>Реальные растворы.</p> <p>Разбавленные растворы.</p> <p>Растворы электролитов. Термодинамика растворов электролитов.</p>			2					
<p>3. Криоскопический метод определения молекулярной массы неэлектролита и степени диссоциации электролита.</p> <p>Определение коэффициента распределения.</p>					2			
4. Самостоятельное выполнение контрольной работы							12	
<b>4. Основы химической кинетики.</b>								

1. Основы формальной кинетики. Кинетические уравнения формальной кинетики. Скорость реакции, константа скорости реакции. Порядок реакции и ее молекулярность. Кинетика простых реакций: первого, второго и n-го порядка. Способы определения порядка реакции. Теория активных соударений Аррениуса. Возможности теории и ее недостатки. Теория переходного состояния. Активированный комплекс. Основные положения и уравнения теории, возможности и недостатки. Уравнение Аррениуса. Кинетика обратимых, параллельных и последовательных реакций.	2							
2. Основы кинетики гомогенных реакций. Методы определения порядка и константы скорости химической реакции. Влияние температуры на скорость реакции.			2					
3. Изучение кинетики реакции разложения перекиси водорода (4 ч) Определение константы скорости реакции второго порядка (4 ч)					2			
4. Самостоятельное выполнение контрольной работы							12	
5.							54	
<b>5. Основы электрохимии.</b>								

1. Классификация электрохимических систем и процессов. Применение электрохимии в металлургии. Электролиты, классификация, свойства. Скорость движения ионов, подвижность, числа переноса. Удельная и эквивалентная электрическая проводимости. Влияние концентрации электролита на электроперенос. Электродные потенциалы и ЭДС гальванического элемента. Уравнение Нернста. Классификация электродов. Электролиз. Законы Фарадея.	2							
2. Свойства растворов электролитов. Подвижность ионов и числа переноса. Электропроводность растворов электролитов. Водородный показатель и произведение растворимости. Электродные потенциалы и электродвижущая сила гальванического элемента.			3					
3. Потенциометрическое определение рН растворов (4 ч) Электропроводность растворов электролитов (4 ч) Определение ЭДС гальванического элемента (4 ч)					4			
4. Самостоятельное выполнение контрольной работы							11	
5.							55	
<b>6. Термодинамика поверхностных явлений.</b>								

<p>1. Поверхностное натяжение, зависимость от природы веществ, температуры и состава. Уравнения Лапласа и Томсона-Кельвина, анализ и применение. Смачивание и капиллярные явления, адгезия и когезия.</p> <p>Адсорбция. Влияние температуры на адсорбцию.</p> <p>Адсорбция в системе твердое тело-газ. Уравнения Фрейндлиха и Лэнгмюра. Особенности адсорбции в системе твердое тело-жидкость. Адсорбция в системе жидкость-газ. Уравнение Гиббса. Поверхностно-активные и поверхностно-инактивные вещества.</p> <p>Влияние поверхностно-активных веществ на технологические свойства систем.</p>	2							
<p>2. Поверхностные явления. Поверхностное натяжение. Уравнение Лапласа. Уравнение Томсона-Кельвина.</p> <p>Капиллярные явления.</p> <p>Когезия. Адгезия. Смачивание.</p> <p>Адсорбционные явления.</p> <p>Уравнение мономолекулярной адсорбции Лэнгмюра.</p> <p>Уравнение адсорбции Фрейндлиха.</p> <p>Уравнение адсорбции Гиббса.</p>			2					
<p>3. Определение поверхностного натяжения жидкости (4 ч)</p> <p>Определение адсорбции уксусной кислоты углем (4 ч)</p>					2			
4. Самостоятельное выполнение контрольной работы							11	
5.							54	
6.								
Всего	15		14		14		232	

## 4 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

### 4.1 Печатные и электронные издания:

1. Стромберг А. Г., Семченко Д. П. Физическая химия: учебник для студентов вузов, обуч. по химич. спец.(Москва: Высшая школа).
2. Кудряшева Н.С., Бондарева Л. Г. Физическая химия: учебник для бакалавров(Москва: Юрайт).
3. Кудряшева Н.С., Бондарева Л.Г. Физическая химия: учебник(М.: Юрайт).
4. Свиридов В. В. Физическая химия(Москва: Лань").
5. Борщевский А. Я. Физическая химия: Учебник: Том 1: Общая химическая термодинамика(Москва: ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М").
6. Белоусова Н. В., Васильева М. Н., Симонова Н. С., Шиманский А. Ф. Физическая химия: учебное пособие(Красноярск: СФУ).
7. Эткинс П. У., Паула Д. д., Лунин В. В., Полторак О. М. Физическая химия: Ч. 1. Равновесная термодинамика: в 3 частях : перевод с английского(Москва: Мир).
8. Шиманский А. Ф., Белоусова Н. В., Васильева М. Н., Шубин А. А., Симонова Н. С., Якимов И. С., Бычков П. С. Физикохимия неорганических материалов: учебно-методический комплекс дисциплины (№ 1825/69-2008)(Красноярск: СФУ).
9. Кнотько А. В., Пресняков И. А., Третьяков Ю. Д. Химия твердого тела: учебное пособие по специальности 020101 (011000) "Химия"(Москва).
10. Грызунов В.И., Кузеев И.Р., Пояркова Е.В., Полухина В.И., Шабловская Е.Б., Приймак Е.Ю., Фирсова Н.В. Физическая химия: учебное пособие (Москва: Флинта).
11. Бокштейн Б. С., Менделев М. И., Похвиснев Ю. В. Физическая химия: термодинамика и кинетика: учебник(Москва: МИСиС).
12. Зарубин Д. П. Физическая химия: Учебное пособие(Москва: ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М").
13. Гильдебрандт Э. М., Болдина Л. Г., Васильева М. Н. Физическая химия: методические указания к лабораторным работам(Красноярск: Информационно-полиграфический комплекс [ИПК] СФУ).
14. Гильдебрандт Э. М., Болдина Л. Г. Физическая химия: метод. указ. к лаб. работам для студентов всех спец.(Красноярск: ГУЦМиЗ).
15. Гильдебрандт Э. М., Болдина Л. Г. Физическая химия: метод. указ. к лаб. работам для студентов всех спец.(Красноярск: ГУЦМиЗ).
16. Гильдебрандт Э. М., Белоусова Н. В. Физическая и коллоидная химия: Методическое пособие для заочников: утверждено Редакционно-издательским советом академии в качестве учебного пособия (Красноярск: ГАЦМиЗ).
17. Кудряшева Н. С., Немцева Е. В., Кратасюк В. А., Есимбекова Е. Н., Бондарева Л. Г., Гавричков В. А., Выдрякова Г. А., Свицерская И. В. Физическая химия: электронный учебно-методический комплекс по

дисциплине (№ 144-2007)(Красноярск: СФУ).

18. Васильева М. Н., Симонова Н. С. Физическая химия: учеб.-метод. пособие для самостоят. работы [для студентов спец. 150701.65 «Физикохимия процессов и материалов», 150108.65 «Порошковая металлургия, композиционные материалы, покрытия», напр. 150400 «Металлургия» и 150100 «Материаловедение и технологии материалов»](Красноярск: СФУ).
19. Симонова Н. С., Васильева М. Н., Болдина Л. Г. Физическая и коллоидная химия: учебно-методическое пособие(Красноярск: СФУ).

**4.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства (программное обеспечение, на которое университет имеет лицензию, а также свободно распространяемое программное обеспечение):**

1. Нет.

**4.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы:**

1. Нет.

#### **5 Фонд оценочных средств**

Оценочные средства находятся в приложении к рабочим программам дисциплин.

**6 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Кафедра располагает материально-технической базой, обеспечивающей проведение всех видов деятельности в процессе изучения дисциплины «Физическая химия», соответствует требованиям государственного образовательного стандарта подготовки бакалавров по направлению 22.03.02 «Металлургия».

Учебные классы и лаборатории кафедры оснащены необходимым оборудованием, позволяющим проводить лекционные, практические и лабораторные занятия в инновационной форме с применением активных методов обучения.

Лабораторные занятия проводятся в аудитории 213 л.к. площадью 65 м<sup>2</sup>. Площадь, занимаемая лабораторным оборудованием и мебелью, составляет от 8 до 15 м<sup>2</sup> (в зависимости от аудиторной мебели для размещения студентов). Норма площади на одного студента, согласно ГОСТ 12.4.113-82 «Система стандартов безопасности труда. Работы учебные лабораторные. Общие требования безопасности», составляет 4,5 м<sup>2</sup>. Таким образом, вместимость лаборатории – порядка 12 человек. При необходимости за счет задействования для размещения студентов расположенной рядом учебной аудитории 234 можно повысить число занятых в занятии студентов до 15 человек, не более. В связи с изложенным, учебные группы численностью 16 человек и более делятся на подгруппы, состав которых сохраняется до окончания лабораторного практикума. Деление на подгруппы фиксируется в педагогической нагрузке преподавателя.