

Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**СОГЛАСОВАНО**

Заведующий кафедрой

Кафедра инженерного  
бакалавриата CDIO  
(ИБСДИО\_ИЦММ)

наименование кафедры

подпись, инициалы, фамилия

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

институт, реализующий ОП ВО

**УТВЕРЖДАЮ**

Заведующий кафедрой

Кафедра инженерного  
бакалавриата CDIO  
(ИБСДИО\_ИЦММ)

наименование кафедры

Рудницкий Э.А.

подпись, инициалы, фамилия

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

институт, реализующий дисциплину

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНЫЙ  
МОДУЛЬ  
ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ**

Дисциплина Б1.Б.02.04 ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНЫЙ МОДУЛЬ  
Физическая химия

Направление подготовки / 22.03.02 Металлургия профиль 22.03.02.11  
специальность Металлургия CDIO

Направленность  
(профиль)

Форма обучения

очная

Год набора

2018

Красноярск 2021

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по укрупненной группе

220000 «ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ»

---

Направление подготовки /специальность (профиль/специализация)

Направление 22.03.02 Metallургия профиль 22.03.02.11 Metallургия  
CDIO

---

Программу  
составили

к.т.н., доцент, Васильева М.Н.

---

## 1 Цели и задачи изучения дисциплины

### 1.1 Цель преподавания 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 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

<b>ОК-5: способностью к самоорганизации и самообразованию</b>	
Уровень 1	– методы и средства поиска, систематизации и обработки информации, необходимой для успешного освоения изучаемой дисциплины.
Уровень 1	– получать данные с помощью информационных технологий и ресурсов Интернет; пользоваться библиотечными фондами; – изучать и критически анализировать получаемую научную информацию; – грамотно, логично, аргументировано формировать собственные суждения и оценки.
Уровень 1	– навыками работы с учебной литературой, основной терминологией и понятийным аппаратом изучаемой дисциплины; – навыками планирования, организации и контроля своей учебной деятельности.
<b>ПК-2: способностью выбирать методы исследования, планировать и проводить</b>	

<b>необходимые эксперименты, интерпретировать результаты и делать выводы</b>	
Уровень 1	? принципы использования термодинамического подхода для описания физико-химических процессов.
Уровень 1	? планировать и выполнять эксперименты по определению тепловых эффектов химических процессов, свойств растворов, констант равновесия химических реакций, построению диаграмм состояния; анализировать диаграммы фазовые равновесий.
Уровень 1	? методами выполнения физико-химических расчетов и моделирования химического и фазового равновесий, свойств растворов, а также проведения расчетов физико-химических величин.
<b>ПК-3:готовностью использовать физико-математический аппарат для решения задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности</b>	
Уровень 1	? математическое описание законов физической химии и алгоритмы решения задач с их применением.
Уровень 1	– выполнять термодинамические расчеты, расчеты химического равновесия, равновесия в растворах, анализировать диаграммы фазовых равновесий.
Уровень 1	– навыками проведения физико-химических расчетов.
<b>ПК-4:готовностью использовать основные понятия, законы и модели термодинамики, химической кинетики, переноса тепла и массы</b>	
Уровень 1	– базовую терминологию, относящуюся к изучаемой дисциплине, основные понятия и законы, их математическое выражение.
Уровень 1	– использовать законы химической термодинамики и кинетики для установления возможности и глубины протекания процессов в тех или иных условиях.
Уровень 1	– навыками применения законов физической химии к анализу металлургических процессов.

#### 1.4 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Для изучения дисциплины «Физическая химия» студентам необходимо усвоить следующие базовые дисциплины:

Физика

Математика

Химия

Рассмотренный в курсе материал способствует изучению дисциплин:

Обогащение и переработка минерального и техногенного сырья

Материаловедение

Теоретические основы металлургического производства

Теоретические основы литейного производства

#### 1.5 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
		3
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>5 (180)</b>	<b>5 (180)</b>
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>2,5 (90)</b>	<b>2,5 (90)</b>
занятия лекционного типа	0,5 (18)	0,5 (18)
занятия семинарского типа		
в том числе: семинары		
практические занятия	1 (36)	1 (36)
практикумы		
лабораторные работы	1 (36)	1 (36)
другие виды контактной работы		
в том числе: групповые консультации		
индивидуальные консультации		
иная внеаудиторная контактная работа:		
групповые занятия		
индивидуальные занятия		
<b>Самостоятельная работа обучающихся:</b>	<b>1,5 (54)</b>	<b>1,5 (54)</b>
изучение теоретического курса (ТО)		
расчетно-графические задания, задачи (РГЗ)		
реферат, эссе (Р)		
курсовое проектирование (КП)	Нет	Нет
курсовая работа (КР)	Нет	Нет
<b>Промежуточная аттестация (Экзамен)</b>	<b>1 (36)</b>	<b>1 (36)</b>

### 3 Содержание дисциплины (модуля)

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

№ п/п	Модули, темы (разделы) дисциплины	Занятия лекционного типа (акад. час)	Занятия семинарского типа		Самостоятельная работа, (акад. час)	Формируемые компетенции
			Семинары и/или Практические занятия (акад. час)	Лабораторные работы и/или Практикумы (акад. час)		
1	2	3	4	5	6	7
1	Химическая термодинамика. Химическое равновесие	5	8	8	8	ОК-5 ПК-2 ПК-3 ПК-4
2	Растворы	2	4	4	8	ОК-5 ПК-2 ПК-3 ПК-4
3	Термодинамика фазовых превращений	4	6	6	8	ОК-5 ПК-2 ПК-3 ПК-4
4	Основы химической кинетики	2	6	6	10	ОК-5 ПК-2 ПК-3 ПК-4
5	Основы электрохимии	3	6	6	10	ОК-5 ПК-2 ПК-3 ПК-4
6	Термодинамика поверхностных явлений	2	6	6	10	ОК-5 ПК-2 ПК-3 ПК-4
Всего		18	36	36	54	

#### 3.2 Занятия лекционного типа

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме

1	1	<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 Гесса. Зависимость теплового эффекта реакции от температуры. Уравнение Кирхгофа. Зависимость теплоемкости от температуры и расчеты тепловых эффектов реакций. Таблицы стандартных термодинамических величин и их использование в термодинамических расчетах. Второй закон термодинамики. Энтропия. Обратимые и необратимые термодинамические процессы. Изменение энтропии в изолированной системе – критерий направления самопроизвольного процесса. Вычисление изменения энтропии в различных процессах. Термодинамические потенциалы и характеристические функции. Энергия Гельмгольца, энергия Гиббса. Условия равновесия и критерии самопроизвольного протекания процессов. Химическое равновесие. Виды и свойства химического равновесия. Принцип Ле Шателье. Закон действующих масс для гомогенных и гетерогенных реакций.</p>	5	0	5
---	---	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---	---	---



2	2	<p>Общая характеристика и классификация растворов. Формы выражения состава растворов.</p> <p>Интегральные и парциальные молярные свойства растворов.</p> <p>Химический потенциал, связь с составом и температурой.</p> <p>Идеальные растворы. Разбавленные растворы. Законы Рауля, Сиверта, 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	0	2
---	---	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---	---	---

3	3	<p>Вывод и анализ уравнения Клапейрона-Клаузиуса. Фазовые переходы.          Диаграммы состояния. Способы построения диаграмм состояния.          Принцип непрерывности и принцип соответствия.          Правило фаз Гиббса.          Диаграммы состояния однокомпонентных систем. Полиморфизм. Аллотропия.          Энантиотропные и монокотропные фазовые переходы.          Диаграммы состояния двухкомпонентных систем. Анализ диаграмм состояния.          Правило Рычага.</p>	4	0	4
4	4	<p>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.          Уравнение Аррениуса.</p>	2	0	2

5	5	<p>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.</p>	3	0	3
---	---	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---	---	---

6	6	<p>Поверхностное натяжение, зависимость от природы веществ, температуры и состава. Уравнения Лапласа и Томсона-Кельвина, анализ и применение. Смачивание и капиллярные явления, адгезия и когезия. Адсорбция. Влияние температуры на адсорбцию. Адсорбция в системе твердое тело-газ. Уравнения Фрейндлиха и Ленгмюра. Особенности адсорбции в системе твердое тело-жидкость. Адсорбция в системе жидкость-газ. Уравнение Гиббса. Поверхностно-активные и поверхностно-инактивные вещества. Влияние поверхностно-активных веществ на технологические свойства систем.</p>	2	0	2
Всего			18	0	18

### 3.3 Занятия семинарского типа

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме

1	1	<p>Химическая термодинамика. Решение задач по химической термодинамике.</p> <p>Закон Гесса. Расчет теплового эффекта химической реакции при стандартных условиях.</p> <p>Закон Кирхгофа. Расчет теплового эффекта химической реакции при заданной температуре.</p> <p>Расчет изменения энтропии.</p> <p>Расчет энергии Гиббса.</p> <p>Химическое равновесие. Константа химического равновесия гомогенных реакций.</p> <p>Влияние температуры на константу равновесия.</p> <p>Уравнение изобары Вант-Гоффа.</p> <p>Химическое сродство.</p> <p>Уравнение изотермы Вант-Гоффа.</p> <p>Принципы использования термодинамического подхода для описания современных металлургических систем.</p>	8	0	8
2	2	<p>Растворы неэлектролитов. Формы выражения состава растворов.</p> <p>Термодинамические характеристики растворов.</p> <p>Идеальные растворы.</p> <p>Реальные растворы.</p> <p>Разбавленные растворы.</p>	4	0	4
3	3	<p>Анализ диаграмм состояния однокомпонентных и двухкомпонентных систем.</p> <p>Правило фаз Гиббса.</p> <p>Правило рычага.</p> <p>Построение кривых охлаждения.</p>	6	0	6

4	4	Основы кинетики гомогенных реакций. Методы определения порядка и константы скорости химической реакции. Влияние температуры на скорость реакции.	6	0	6
5	5	Свойства растворов электролитов. Подвижность ионов и числа переноса. Электропроводность растворов электролитов. Водородный показатель и произведение растворимости. Электродные потенциалы и электродвижущая сила гальванического элемента. Законы электролиза.	6	0	6
6	6	Поверхностные явления. Поверхностное натяжение. Уравнение Лапласа. Уравнение Томсона-Кельвина. Капиллярные явления. Когезия. Адгезия. Смачивание. Адсорбционные явления. Уравнение мономолекулярной адсорбции Ленгмюра. Уравнение адсорбции Фрейндлиха. Уравнение адсорбции Гиббса.	6	0	6
Всего			26	0	26

### 3.4 Лабораторные занятия

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме

1	1	Калориметрическое определение теплоты растворения солей. Калориметрическое определение теплоты нейтрализации сильных электролитов. Исследование химического равновесия гомогенной реакции в растворе.	8	0	8
2	2	Криоскопический метод определения молекулярной массы неэлектролита и степени диссоциации электролита Определение коэффициента распределения	4	0	4
3	3	Построение диаграммы фазового равновесия двухкомпонентной системы в конденсированном состоянии. Определение давления насыщенного пара жидкости по температуре кипения.	6	0	0
4	4	Изучение кинетики реакции разложения перекиси водорода. Определение константы скорости реакции второго порядка.	6	0	6
5	5	Потенциометрическое определение рН растворов Электропроводность растворов электролитов Определение ЭДС гальванического элемента	6	0	6
6	6	Определение поверхностного натяжения жидкости Определение адсорбции уксусной кислоты углем	6	0	0
Всего			26	0	24

## 5 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Оценочные средства находятся в приложении к рабочим программам дисциплин.

**6 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

6.1. Основная литература			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л1.1	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, 2007
Л1.2	Чупахин А. П., Коренев С. В., Федотова Т. Д.	Химия в НГУ. Физическая химия: учебное пособие для студентов вузов	Новосибирск: НГУ, 2011
Л1.3	Белоусова Н. В., Белоусов О. В., Дидух С. Л., Чубаров А. В., Васильева М. Н., Денисов В. М., Шубин А. А., Денисова Л. Т.	Химическая кинетика: электронный учебно-методический комплекс по дисциплине (№ 1441-2008)	Красноярск: СФУ, 2009
Л1.4	Кудряшева Н.С., Бондарева Л. Г.	Физическая химия: учебник для бакалавров	Москва: Юрайт, 2012
Л1.5	Афанасьев Б. Н., Акулова Ю. П.	Физическая химия: учебник	Москва: Лань, 2012
Л1.6	Васильева М.Н., Кравцова Е.Д.	Физическая химия: [учеб-метод. материалы к изучению дисциплины для ...22.03.02.02 Металлургия цветных металлов]	Красноярск: СФУ, 2017
Л1.7	Белоусова Н. В., Васильева М. Н., Симонова Н. С., Шиманский А. Ф.	Физическая химия: учебное пособие	Красноярск: СФУ, 2019
6.2. Дополнительная литература			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л2.1	Сумм Б. Д.	Основы коллоидной химии: учеб. пособие для студентов вузов	Москва: Академия, 2007
Л2.2	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, 2009



Л2.3	Дуров В. А., Агеев Е. П.	Термодинамическая теория растворов: учеб. пособие для студ. вузов по спец. 011000 "Химия" и по напр. 510500 "Химия"	Москва: URSS, 2010
6.3. Методические разработки			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л3.1	Гильдебрандт Э. М., Болдина Л. Г., Васильева М. Н.	Физическая химия: методические указания к лабораторным работам	Красноярск: Информационно- полиграфически й комплекс [ИПК] СФУ, 2009

**7 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

Э1	Научная библиотека СФУ	<a href="http://bik.sfu-kras.ru/">http://bik.sfu-kras.ru/</a>
Э2	Научная электронная библиотека	<a href="http://elibrary.ru/">http://elibrary.ru/</a>

## **8 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

Самостоятельное изучение теоретического материала по курсу «Физическая химия» планируется с целью домашней проработки, как лекционного материала, так и информации, полученной студентами при работе с рекомендуемой литературой по разделам, не нашедшим достаточного отражения в лекциях.

Для самостоятельной проработки теоретического материала рекомендуется использовать учебные пособия (учебники), приведенные в разделе 6 рабочей программы, по разделам, соответствующим пройденному лекционному материалу. При самостоятельной работе с литературой студенту рекомендуется составить конспект, в котором он, по желанию, может отразить основные сведения по теме, изучаемой самостоятельно.

Основной формой упражнений на практических занятиях являются задачи и примеры. Задачи для решения приведены в методических указаниях для практических занятий. Согласно учебной программе дисциплины, в ходе освоения дисциплины запланировано решение вне аудитории 3÷5 задач по каждой рассматриваемой теме.

Самостоятельная работа студентов ставит целью расширение и закрепление знаний и умений, получаемых на лекциях и практических занятиях. В этом случае наиболее эффективными будут следующие формы проведения СРС:

- систематическое чтение и конспектирование литературы по вопросам изучаемой дисциплины;
- подготовка к лабораторным, практическим занятиям и контролю знаний;
- самостоятельное углубленное изучение узловых вопросов учебной программы, недостаточно освещенных в лекционном курсе;
- подготовка студентов к экзамену.

## **9 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю) (при необходимости)**

### **9.1 Перечень необходимого программного обеспечения**

9.1.1	1. Операционная система Microsoft Windows.
9.1.2	2. Офисный пакет Microsoft Office, включающий:
9.1.3	– текстовый редактор Word;
9.1.4	– редактор электронных таблиц Excel;
9.1.5	– редактор презентаций Power Point.

9.1.6	3. Программа просмотра pdf-файлов Adobe Reader.
-------	-------------------------------------------------

## 9.2 Перечень необходимых информационных справочных систем

9.2.1	1. Научная библиотека СФУ.
-------	----------------------------

9.2.2	2. Научная электронная библиотека.
-------	------------------------------------

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

Минимально необходимый для реализации основной образовательной программы бакалавриата перечень материально-технического обеспечения включает в себя:

Кабинет: учебная аудитория, оборудованная мультимедийным демонстрационным комплексом.

Практическое обучение реализуется в специально оборудованном кабинете: аудитория с компьютерами.

Лабораторные работы проводятся в аудиториях, оснащенных физическим оборудованием.

Оснащение учебных кабинетов должно соответствовать требованиям подготовки по рабочей профессии и обеспечивать достижение уровня квалификации по профессиям высшего профессионального образования.