

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

**СОГЛАСОВАНО**

**Заведующий кафедрой**

**Кафедра композиционных  
материалов и физико-химии  
металлургических процессов  
(КМФХМП ТФ)**

наименование кафедры

подпись, инициалы, фамилия

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

институт, реализующий ОП ВО

**УТВЕРЖДАЮ**

**Заведующий кафедрой**

**Кафедра композиционных  
материалов и физико-химии  
металлургических процессов  
(КМФХМП ТФ)**

наименование кафедры

**Шиманский А.Ф.**

подпись, инициалы, фамилия

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

институт, реализующий дисциплину

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ**

Дисциплина Б1.Б.09 Физическая химия

Направление подготовки /  
специальность 22.03.02 Metallургия

Направленность  
(профиль)

Форма обучения заочная

Год набора 2017

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

---

Программу  
составили

канд.хим.наук, доцент, Васильева М.Н.

---

## 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

| <b>ОПК-1:готовностью использовать фундаментальные общеинженерные знания</b>   |  |
|---|--|
| Уровень 1   | знать основные понятия и законы физической химии, область применения этих законов  |
| Уровень 1   | уметь использовать законы химической термодинамики и кинетики для установления возможности, глубины и скорости протекания химических процессов |
| Уровень 1   | 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> |  |

|  |  |
|--|--|
| Уровень 1  | Знать базовую терминологию, относящуюся к изучаемой дисциплине, основные понятия и законы, их математическое выражение   |
| Уровень 1  | Уметь использовать законы химической термодинамики и кинетики для установления возможности и глубины протекания процессов в тех или иных условиях                |
| Уровень 1  | Владеть навыками применения законов физической химии к анализу металлургических процессов  |
| <b>ПК-9:готовностью проводить расчеты и делать выводы при решении инженерных задач</b> |  |
| Уровень 1  | Знать принципы использования термодинамического подхода для описания металлургических процессов  |
| Уровень 1  | Уметь решать задачи по химической термодинамике и кинетике, анализировать диаграммы фазовых равновесий   |
| Уровень 1  | Владеть методами выполнения расчетов и моделирования химического и фазового равновесий, свойств растворов, а также проведения расчетов физико-химических величин |

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

Дисциплина "Физическая химия" относится к базовым дисциплинам учебного плана подготовки бакалавров направления 22.03.02 "Металлургия".

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

Математика: Дифференциальные и интегральные уравнения

Физика

Химия

Основная литература для восполнения знаний:

1. Коровин Н.В. Общая химия. Теория и задачи / Н.В. Коровин, Н.В. Кулешов, О.Н. Гончарук, В.К. Камышова. – М.: Лань, 2014. – 496 с.

2. Трофимова Т.И. Курс физики: учеб. пособие для вузов / Т.И. Трофимова. – М.: Академия, 2010.

3. Кузоватов И.А., Математика. Специальные разделы: учебное пособие / И.А. Кузоватов, Н.В. Кузоватова. – Красноярск: СФУ, 2011. – 104 с.

Рассмотренный в курсе материал является базовым для изучения дисциплин профессионального цикла и способствует накоплению знаний в области физической химии, приобретению умений и навыков анализа процессов, протекающих в гомогенных и гетерогенных

системах.

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,<br>зачетных<br>единиц<br>(акад.час) | Семестр          |                   |
|---|--|------------------|-------------------|
|   |  | 4                | 5                 |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины</b>              | <b>8 (288)</b>                             | <b>1 (36)</b>    | <b>7 (252)</b>    |
| <b>Контактная работа с преподавателем:</b>        | <b>1,19 (43)</b>                           | <b>0,03 (1)</b>  | <b>1,17 (42)</b>  |
| занятия лекционного типа                          | 0,42 (15)                                  | 0,03 (1)         | 0,39 (14)         |
| занятия семинарского типа                         |  |                  |                   |
| в том числе: семинары                             |  |                  |                   |
| практические занятия                              | 0,39 (14)                                  |                  | 0,39 (14)         |
| практикумы  |  |                  |                   |
| лабораторные работы                               | 0,39 (14)                                  |                  | 0,39 (14)         |
| 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>6,44 (232)</b>                          | <b>0,97 (35)</b> | <b>5,47 (197)</b> |
| изучение теоретического курса (ТО)                |  |                  |                   |
| расчетно-графические задания, задачи (РГЗ)        |  |                  |                   |
| реферат, эссе (Р)                                 |  |                  |                   |
| курсовое проектирование (КП)                      | Нет  | Нет              | Нет               |
| курсовая работа (КР)                              | Нет  | Нет              | Нет               |
| <b>Промежуточная аттестация (Зачёт) (Экзамен)</b> | <b>0,36 (13)</b>                           |                  | <b>0,36 (13)</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. | 4                                    | 2   | 2  | 12                                  | ОПК-1 ПК-4 ПК-9         |
| 2     | Термодинамика фазовых превращений.               | 3                                    | 3   | 2  | 11                                  | ПК-4 ПК-9               |
| 3     | Растворы.  | 2                                    | 2   | 2  | 12                                  | ПК-4 ПК-9               |
| 4     | Основы химической кинетики.                      | 2                                    | 2   | 2  | 66                                  |                         |
| 5     | Основы электрохимии.                             | 2                                    | 3   | 4  | 66                                  |                         |
| 6     | Термодинамика поверхностных явлений.             | 2                                    | 2   | 2  | 65                                  |                         |
| Всего |  | 15                                   | 14  | 14   | 232                                 |                         |

#### 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                    | Установочная лекция  | 1                   | 0                                  | 0                                |

|   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|
| 2 | 1 | <p>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. 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. 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.</p> | 3 | 0 | 0 |
|---|---|---|---|---|---|



|   |   |  |   |   |   |
|---|---|--|---|---|---|
| 3 | 2 | <p>Вывод и анализ уравнения Клапейрона-Клаузиуса. Фазовые переходы первого и второго рода.</p> <p>Диаграммы состояния. Способы построения диаграмм состояния.</p> <p>Принцип непрерывности и принцип соответствия.</p> <p>Правило фаз Гиббса.</p> <p>Диаграммы состояния однокомпонентных систем. Полиморфизм.</p> <p>Аллотропия.</p> <p>Энантиотропные и монокотропные фазовые переходы.</p> <p>Диаграммы состояния двухкомпонентных систем. Анализ диаграмм состояния.</p> <p>Правило Рычага.</p> <p>Построение кривых охлаждения.</p> | 3 | 0 | 0 |
|---|---|--|---|---|---|

|   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|
| 4 | 3 | <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.</p> <p>Разбавленные растворы. Законы Рауля, Сиверта, Генри. Закон распределения вещества между двумя несмешивающимися фазами. Криоскопия и эбуллиоскопия.</p> <p>Реальные растворы.</p> <p>Термодинамическая активность компонента в реальном растворе.</p> <p>Коэффициент термодинамической активности. Отклонения от закона Рауля в поведении реальных растворов.</p> | 2 | 0 | 0 |
|---|---|---|---|---|---|

|   |   |  |   |   |   |
|---|---|--|---|---|---|
| 5 | 4 | <p>Основы формальной кинетики.<br/> Кинетические уравнения формальной кинетики. Скорость реакции, константа скорости реакции.<br/> Порядок реакции и ее молекулярность.<br/> Кинетика простых реакций: первого, второго и n-го порядка.<br/> Способы определения порядка реакции.<br/> Теория активных соударений Аррениуса.<br/> Возможности теории и ее недостатки. Теория переходного состояния.<br/> Активированный комплекс. Основные положения и уравнения теории, возможности и недостатки.<br/> Уравнение Аррениуса.<br/> Кинетика обратимых, параллельных и последовательных реакций.</p> | 2 | 0 | 0 |
|---|---|--|---|---|---|

|   |   |  |   |   |   |
|---|---|--|---|---|---|
| 6 | 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> | 2 | 0 | 0 |
|---|---|--|---|---|---|

|       |   |   |    |   |   |
|-------|---|---|----|---|---|
| 7     | 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 Лэнгмюра. 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 | 0 |
| Всего |   |   | 15 | 0 | 0 |

### 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> | 2 | 0 | 0 |
| 2 | 2 | <p>Анализ диаграмм состояния однокомпонентных и двухкомпонентных систем.</p> <p>Правило фаз Гиббса.</p> <p>Правило рычага.</p> <p>Построение кривых охлаждения.</p>   | 3 | 0 | 0 |
| 3 | 3 | <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> <p>Растворы электролитов.</p> <p>Термодинамика растворов электролитов.</p>   | 2 | 0 | 0 |

|       |   |   |    |   |   |
|-------|---|---|----|---|---|
| 4     | 4 | Основы кинетики гомогенных реакций. Методы определения порядка и константы скорости химической реакции. Влияние температуры на скорость реакции.  | 2  | 0 | 0 |
| 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.   | 3  | 0 | 0 |
| 6     | 6 | Поверхностные явления. Поверхностное натяжение. Уравнение Лапласа. Уравнение Томсона-Кельвина. Капиллярные явления. Когезия. Адгезия. Смачивание. Адсорбционные явления. Уравнение мономолекулярной адсорбции Лэнгмюра. Уравнение адсорбции Фрейндлиха. Уравнение адсорбции Гиббса. | 2  | 0 | 0 |
| Всего |   |   | 14 | 0 | 0 |

### 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.<br>Калориметрическое определение теплоты нейтрализации сильных электролитов.<br>Исследование химического равновесия гомогенной реакции в растворе. | 2  | 0 | 0 |
| 2     | 2 | Построение диаграммы фазового равновесия двухкомпонентной системы в конденсированном состоянии.<br>Определение давления насыщенного пара жидкости по температуре кипения.                                   | 2  | 0 | 0 |
| 3     | 3 | Криоскопический метод определения молекулярной массы неэлектролита и степени диссоциации электролита.<br>Определение коэффициента распределения.  | 2  | 0 | 0 |
| 4     | 4 | Изучение кинетики реакции разложения перекиси водорода (4 ч)<br>Определение константы скорости реакции второго порядка (4 ч)  | 2  | 0 | 0 |
| 5     | 5 | Потенциометрическое определение рН растворов (4 ч)<br>Электропроводность растворов электролитов (4 ч)<br>Определение ЭДС гальванического элемента (4 ч)   | 4  | 0 | 0 |
| 6     | 6 | Определение поверхностного натяжения жидкости (4 ч)<br>Определение адсорбции уксусной кислоты углем (4 ч)   | 2  | 0 | 0 |
| Всего |   |   | 14 | 0 | 0 |



## 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                           | Стромберг А. Г., Семченко Д. П.  | Физическая химия: учебник для студентов вузов, обуч. по химич. спец.                            | Москва: Высшая школа, 2006                            |
| Л1.2                           | Кудряшева Н.С., Бондарева Л. Г.  | Физическая химия: учебник для бакалавров  | Москва: Юрайт, 2012                                   |
| Л1.3                           | Кудряшева Н.С., Бондарева Л.Г.   | Физическая химия: учебник   | М.: Юрайт, 2014                                       |
| Л1.4                           | Свиридов В. В.   | Физическая химия  | Москва: Лань", 2016                                   |
| Л1.5                           | Борщевский А. Я.   | Физическая химия: Учебник: Том 1: Общая химическая термодинамика                                | Москва: ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2017 |
| Л1.6                           | 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                           | 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                                     |
| 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                           | Кнотько А. В., Пресняков И. А., Третьяков Ю. Д.  | Химия твердого тела: учебное пособие по специальности 020101 (011000) "Химия"                   | Москва, 2006  |

|                                     |   |   |  |
|-------------------------------------|---|---|--|
| Л2.4                                | Грызунов В.И.,<br>Кузеев И.Р.,<br>Пояркова Е.В.,<br>Полухина В.И.,<br>Шабловская Е.Б.,<br>Приймак Е.Ю.,<br>Фирсова Н.В.                                       | Физическая химия: учебное пособие   | Москва: Флинта,<br>2014  |
| Л2.5                                | Бокштейн Б. С.,<br>Менделев М. И.,<br>Похвиснев Ю. В.   | Физическая химия: термодинамика и<br>кинетика: учебник  | Москва:<br>МИСиС, 2012   |
| Л2.6                                | Зарубин Д. П.   | Физическая химия: Учебное пособие   | Москва: ООО<br>"Научно-<br>издательский<br>центр ИНФРА-<br>М", 2017              |
| <b>6.3. Методические разработки</b> |   |   |  |
|                                     | Авторы,<br>составители  | Заглавие  | Издательство,<br>год   |
| Л3.1                                | Гильдебрандт Э.<br>М., Болдина Л.<br>Г., Васильева М.<br>Н.   | Физическая химия: методические<br>указания к лабораторным работам   | Красноярск:<br>Информационно-<br>полиграфически<br>й комплекс<br>[ИПК] СФУ, 2009 |
| Л3.2                                | Гильдебрандт Э.<br>М., Болдина Л. Г.  | Физическая химия: метод. указ. к лаб.<br>работам для студентов всех спец.   | Красноярск:<br>ГУЦМиЗ, 2006  |
| Л3.3                                | Гильдебрандт Э.<br>М., Болдина Л. Г.  | Физическая химия: метод. указ. к лаб.<br>работам для студентов всех спец.   | Красноярск:<br>ГУЦМиЗ, 2004  |
| Л3.4                                | Гильдебрандт Э.<br>М., Белоусова Н.<br>В.   | Физическая и коллоидная химия:<br>Методическое пособие для заочников:<br>утверждено Редакционно-издательским<br>советом академии в качестве учебного<br>пособия   | Красноярск:<br>ГАЦМиЗ, 2002  |
| Л3.5                                | Кудряшева Н. С.,<br>Немцева Е. В.,<br>Кратасюк В. А.,<br>Есимбекова Е.<br>Н., Бондарева Л.<br>Г., Гавричков В.<br>А., Выдрякова Г.<br>А., Свидерская<br>И. В. | Физическая химия: электронный учебно-<br>методический комплекс по дисциплине<br>(№ 144-2007)  | Красноярск:<br>СФУ, 2009   |
| Л3.6                                | Васильева М. Н.,<br>Симонова Н. С.  | Физическая химия: учеб.-метод. пособие<br>для самостоят. работы [для студентов<br>спец. 150701.65 «Физикохимия<br>процессов и материалов», 150108.65<br>«Порошковая металлургия,<br>композиционные материалы, покрытия»,<br>напр. 150400 «Металлургия» и 150100<br>«Материаловедение и технологии<br>материалов»] | Красноярск:<br>СФУ, 2012   |

## **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.

Для самостоятельной проработки теоретического материала рекомендуется использовать учебные пособия, приведенные в разделе 6 учебной 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 изучаемой теме.

Основной формой упражнений на практических занятиях являются задачи. Задачи для решения приведены в методических указаниях для практических занятий.

Самостоятельная работа студентов ставит целью расширение и закрепление знаний и умений, получаемых на лекциях, практических и лабораторных 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;
- подготовка студентов к экзамену.

Студенты заочной формы обучения выполняют самостоятельно выполняют контрольную работу по изучаемым разделам физической химии.

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

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

|       |      |
|-------|------|
| 9.1.1 | Нет. |
|-------|------|

### **9.2 Перечень необходимых информационных справочных систем**

|       |      |
|-------|------|
| 9.2.1 | Нет. |
|-------|------|

## **10 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.