

**ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**УТВЕРЖДАЮ:**

Проректор по научно-  
педагогической работе



(подпись)

2017 года

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Физическая химия**

Специальность: 22.03.02 «Металлургия»

Профиль: «Металлургия стали»

Уровень образования: бакалавриат

Форма обучения: очная

Семестр	3
Общая трудоёмкость в з.е./часах	3,0/108
Аудиторные занятия (час.), в том числе	68
Лекции (час.)	34
Практические (семинарские) занятия (час.)	17
Лабораторные работы (час.)	17-
Самостоятельная работа (час.), в том числе	40
Курсовой проект/работа (семестр)	-
Индивидуальное задание (кол.)	-
Форма промежуточной аттестации (экзамен/зачет), час:	Зачет

Донецк, 2017 г.

Рабочая программа дисциплины «Физическая химия» составлена в соответствии с учебным планом по специальности 22.03.02 "Металлургия" специализации «Металлургия стали» для 2017 года приёма.

Составитель: Матвиенко В.Г., проф. кафедры «Физическая и органическая химия».

Рабочая программа **рассмотрена и утверждена** на заседании кафедры «Физическая и органическая химия».

Протокол от «12» июня 2017 года №10

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ **Высоцкий Ю.Б.**  
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **согласована** с выпускающей кафедрой «Металлургия стали и сплавов»

Протокол от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ года №\_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ **Троянский А.А.**  
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **одобрена учебно-методической комиссией** ДонНТУ по направлению подготовки 22.93.02 «Металлургия

Протокол от 20 июня 2017 года №6

Председатель \_\_\_\_\_ **Руденко Е.А.**  
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20\_\_ года приёма на заседании кафедры «Металлургия стали и сплавов»

Протокол от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ года №\_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20\_\_ года приёма на заседании кафедры «Металлургия стали и сплавов»

Протокол от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ года №\_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20\_\_ года приёма на заседании кафедры «Металлургия стали и сплавов»

Протокол от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ года №\_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20\_\_ года приёма на заседании кафедры «Металлургия стали и сплавов»

Протокол от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ года №\_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (Ф.И.О.)

## 1. ОБЪЕКТ, ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина рассматривает вопросы, связанные со свойствами и структурой химических веществ, с особенностями и закономерностями протекания химических процессов, установлением математических зависимостей основных характеристик химических процессов.

Целью дисциплины "Физическая химия" является изучение основных закономерностей химических явлений, широко используя при этом физические законы и методы исследования. Опираясь на экспериментальные данные отдельных химических дисциплин физическая химия обобщает их, выводит из них общие законы и, таким образом, способствует дальнейшему развитию химической науки.

Физическая химия не только закладывает фундамент для последующего изучения специальных технологических дисциплин, но и формирует у будущих специалистов научный взгляд на мир в целом, расширяет и углубляет мировоззрение. Она способствует формированию инженерного мышления, углубляет и объединяет фундаментальные знания основных законов природы, которые были изучены при освоении предыдущих дисциплин, и является теоретической основой разнообразных технологических процессов.

Основное внимание в преподавании дисциплины уделяется созданию системы знаний и представлений, что в дальнейшем позволит:

- обобщать результаты теоретических и экспериментальных исследований;
- использовать уравнения химических реакций для описания конкретных технологических процессов;
- выполнять термодинамические и химические расчеты для планирования и проведения физико-химических экспериментов;
- использовать методы химической идентификации для определения фазового состава изучаемых систем.

В результате освоения дисциплины студент должен **знать**

- основные законы и понятия физической химии;
- первое, второе начала термодинамики
- термодинамическое описание условий химического равновесия и методы расчета выхода продуктов реакции;
- расчеты фазовых равновесий в однокомпонентных системах;
- химическую теорию растворов, методику расчета концентраций растворов, определения свойств растворов неэлектролитов;
- диаграммы состояния двух- и трехкомпонентных конденсированных систем;

**уметь**

- пользоваться методами теоретического и экспериментального исследования;
- описывать конкретный технологический процесс уравнениями химических реакций;
- определять направление протекания процесса, а также рассчитывать теплоты химических реакций при заданной температуре;
- рассчитывать константы химического равновесия и с их помощью определять выход продуктов химической реакции;
- рассчитывать фазовые равновесия жидкость-пар, жидкость-кристалл в однокомпонентных системах;
- уметь пользоваться диаграммами состояния двух- и трехкомпонентных систем;
- проводить обобщение и обработку экспериментальных данных.

Перечисленные результаты обучения являются основой для формирования следующих компетенций:

- готовностью использовать основные понятия, законы и модели термодинамики, химической кинетики, переноса тепла и массы (ПК-4);
- способностью выбирать и применять соответствующие методы моделирования физических, химических и технологических процессов (ПК-5);
- готовностью проводить расчеты и делать выводы при решении инженерных задач (ПК-9);

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЕ

Дисциплина относится к математическому и естественнонаучному циклу базовой части учебного плана.

## 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 3.1. Распределение учебных часов по темам дисциплины и видам занятий

Наименование тем (содержательных модулей)	Количество часов				
	Всего	В том числе			
		Лекции	Практ.	Лабор.	СРС
Тема 1. Основные понятия и законы физической химии. Начала термодинамики	28	10	4	4	10
Тема 2. Химическое равновесие. Фазовое равновесие	26	8	4	4	10
Тема 3. Растворы неэлектролитов	17	6	4	-	7
Тема 4 Фазовые равновесия двух- и трехкомпонентных систем	37	10	5	9	13
Итого:	108	34	17	17	40

### 3.2. Лекции

#### Тема 1. Основные понятия и законы физической химии. Начала термодинамики

##### Содержание темы 1:

Основные понятия термодинамики: система и внешняя среда, типы систем (открытая, закрытая, изолированная). Процесс, теплота и работа как две формы передачи энергии. Состояние системы, параметры состояния (экстенсивные и интенсивные). Функции состояния и их общие свойства. Основные термодинамические функции (внутренняя энергия, энтальпия, энтропия, энергия Гиббса, энергия Гельмгольца). Стандартное состояние и стандартные термодинамические функции системы. Первое начало термодинамики - закон сохранения энергии. Связь между энергией, теплотой и работой. Работа некоторых изопроцессов. Теплота. Теплоемкость системы. Теплоемкость средняя, истинная, молярная и удельная, изобарная и изохорная. Зависимость теплоемкости от температуры. Внутренняя энергия как функция состояния. Энтальпия. Тепловой эффект изохорного и изобарного процессов. Стандартная энтальпия образования веществ. Термохимия. Закон Гесса. Термохимические уравнения и расчеты. Зависимость теплового эффекта реакции от температуры. Формула Кирхгофа в дифференциальном и интегральном виде. Ее вывод и использование.

Второе начало термодинамики. Процессы равновесные и неравновесные, обратимые и необратимые, самопроизвольные и несамопроизвольные. Понятие об энтропии. Энтропия как критериальная функция адиабатических процессов. Зависимость энтропии от  $T$  и  $P$ . Критериальная функция изотермических процессов. Два основных фактора, определяющие спонтанное протекание процесса. Критерии направления протекания химической реакции в изобарно-изотермических и изохорно-изотермических условиях. Энергия Гиббса. Зависимость энергии Гиббса от  $T$  и  $P$ . Энергия Гельмгольца. Уравнение Гиббса-Гельмгольца. Немеханическая работа процесса и ее связь с энергией Гиббса.

## Литература к теме 1: [1-8]

### **Тема 2. Химическое равновесие и фазовое равновесие**

#### Содержание темы 2:

Гомогенные и гетерогенные реакции. Состояние равновесия. Константа равновесия. Связь константы химического равновесия с энергией Гиббса, зависимость ее от температуры. Смещение химического равновесия. Принцип Ле-Шателье. Выход химической реакции; абсолютный и относительный, теоретический и практический. Расчет выхода продуктов химической реакции. Химические равновесия в растворах. Изобара и изохора Вант-Гоффа. Гетерогенные химические равновесия и их особенности.

Понятие о фазе, компоненте и числе степеней свободы системы. Правило фаз Гиббса. Однокомпонентные системы. Диаграмма состояния воды и ее анализ. Связь между давлением и температурой в равновесной двухфазной системе. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса и его вывод. Интегрирование уравнения Клапейрона-Клаузиуса. Определение теплоты фазового перехода на основе зависимости давления насыщенного пара от температуры. Правило Трутона. Энантио- и моноклопные превращения. Правило ступеней Оствальда. Переохлажденная вода. Полная диаграмма состояния воды. Диаграмма состояния серы. Диаграмма состояния диоксида углерода.

#### Литература к теме 2: [1-8]

### **Тема 3. Растворы неэлектролитов.**

#### Содержание темы 3:

Истинные растворы, виды растворов. Способы выражения состава растворов: массовая доля, процентная концентрация, молярная доля, молярная концентрация, нормальная, моляльная концентрация. Парциальные молярные величины компонентов в растворе. Уравнение Гиббса-Дюгема. Законы разбавленных растворов. Закон Рауля. Закон Генри. Закон распределения третьего компонента между двумя жидкостями, которые не смешиваются. Экстракция. Осмотическое давление, закон Вант-Гоффа. Химический потенциал. Зависимость химического потенциала от состава раствора. Понятие активности компонента в растворе. Коэффициент активности. Связь между изменением температур замерзания и кипения в растворах и моляльностью растворенного вещества. Криоскопия и эбулиоскопия.

#### Литература к теме 3: [1-8]

### **Тема 4. Фазовые равновесия двух- и трехкомпонентных систем.**

#### Содержание темы 4:

Диаграммы состояния двухкомпонентных систем. Диаграммы растворения, кипения, расслоения. Законы Коновалова. Правило рычага, его вывод и использование. Термический анализ. Кривые охлаждения и их анализ. Диаграмма плавления с простой эвтектикой. Диаграмма плавления с ограниченной растворимостью в твердом состоянии. Диаграмма плавления с образованием устойчивых химических соединений (с эвтектикой и перетектикой). Диаграмма плавления с образованием неустойчивых химических соединений.

Диаграммы состояния конденсированных трехкомпонентных систем. Графическое изображение состава трехкомпонентных систем с помощью треугольника Гиббса-Розебома. Объемная диаграмма трехкомпонентной системы. Анализ диаграмм плавления трехкомпонентных систем с простой эвтектикой. Диаграмма плавления трехкомпонентных систем с образованием устойчивых химических соединений (с эвтектикой и перетектикой). Диаграмма плавления трехкомпонентных систем с образованием неустойчивых химических соединений. Правило рычага и его использование в случае трехкомпонентных систем.

#### Литература к теме 4: [1-5]



### 3.3. Практические (семинарские) занятия

№ п/п	Тема работы	Объем, час.	Литература
1	Тема 1. Основные понятия и законы физической химии. Начала термодинамики	4	[1-8]
2	Тема 2. Химическое равновесие	4	[1-8]
3	Тема 3. Растворы неэлектролитов	4	[1-8]
4	Тема 4 Фазовые равновесия двух- и трехкомпонентных систем	5	[1-8]
Итого:		17	

### 3.4. Лабораторные работы

№ п/п	Тема работы	Объем, час.	Литература
1	Тема 1. Основные понятия и законы физической химии. Начала термодинамики	4	[1,2,7,8]
2	Тема 2. Химическое равновесие	4	[1,2,7,8]
3	Тема 3. Растворы неэлектролитов	-	[1,2,7,8]
4	Тема 4 Фазовые равновесия двух- и трехкомпонентных систем	9	[1,2,7,8]
Итого:		17	

### 3.5. Самостоятельная работа студента

№ п/п	Виды самостоятельной работы студента	Объем, час.
1	Изучение лекционного материала (не менее 50% от объема лекций)	20
2	Подготовка к лабораторным работам (не менее 50% от объема аудиторных лабораторных занятий)	10
3	Подготовка к практическим работам (не менее 50% от объема аудиторных практических занятий)	10
4	Выполнение курсового проекта (36 часов)	-
5	Выполнение курсовой работы (27 часов)	-
6	Выполнение индивидуального задания (не менее 9 часов)	-
Итого		40

### 3.6. Курсовой проект (работа), индивидуальное задание

Курсовой проект (работа) по дисциплине учебным планом не предусмотрен.  
Выполнение индивидуального задания – учебным планом не предусмотрено.

## 4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

При изложении учебной дисциплины "физическая химия" используются такие методы контроля:

1. **Текущий контроль** знаний студентов производится по результатам выполнения лабораторных работ, во время контрольных опросов в ходе проведения практических занятий.

2. Оценка качества и своевременности выполнения СРС, которое относится к соответствующей теме.

Если по какой-то теме предусматривается выполнение индивидуального задания, ответы студентов при текущем тестировании или опросе оцениваются с учетом качества и своевременности его выполнения.

3. **Промежуточная аттестация** по результатам освоения дисциплины в семестре проводится в соответствии с «Положением об организации и проведении семестрового контроля знаний студентов в Донецком национальном техническом университете», утвержденном 21.11.2016 года.

4. **Итоговый контроль** в виде зачета, который проводится согласно графика учебного процесса.

## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### ЛИТЕРАТУРА:

1. Умрихин В.А. Физическая химия: учебное пособие для вузов / В. А. Умрихин; В.А. Умрихин ; РГГРУ. - М.: КДУ, 2009. - 232с. – 1 экз.
2. Практикум по физической химии. Термодинамика: учебное пособие для вузов / Е. П. Агеев [и др.]; Е.П. Агеев, И.А. Успенская, А.Г. Богачев и др. ; под ред. Е.П. Агеева, В.В. Лунина. - М.: ИЦ "Академия", 2010. - 224с. – 9 экз.
3. Базаянц Г.В. Физическая химия и методы анализа в природоохранной деятельности : монография / Г. В. Базаянц ; Г.В. Базаянц ; ГВУЗ "ДонНТУ". - Донецк : ООО "Технопарк ДонГТУ "УНИТЕХ", 2015. - 252с. – 1 экз.
4. Воловик Л. С. Физическая химия = Фізична хімія: учебник для ВУЗ / Л. С. Воловик [и др.] ; Нац. ун-т пищевых технологий. - К. :ИНКОС: ЦНЛ, 2007. - 192с – 2 экз.
5. Лебедь В.И. Физическая химия = Лебідь В.І. Фізична хімія :учебник для ВУЗ / В. І. Лебідь. - Харьков :Гимназия, 2008. - 478с. -48 экз.
6. Базаянц Г.В. Физическая химия и методы анализа в природоохранной деятельности [Электронный ресурс] : монография / Г. В. Базаянц ; Г.В. Базаянц ; ГВУЗ "ДонНТУ". - 6 Мб. - Донецк : ООО "Технопарк ДонГТУ "УНИТЕХ", 2015. - 1 файл. - Издание приурочено к 95-летию Донецкого национального технического университета. - Систем. требования: AcrobatReader.
7. Конспект лекций для студентов по нормативной учебной дисциплине цикла природно-научной и общеэкономической подготовки «Физическая химия». Сост. О.О. Беляева = Конспект лекцій для студентів з нормативної навчальної дисципліни циклу природничо-наукової та загальноекономічної підготовки "Фізична хімія" [Электронный ресурс] / ДВНЗ "ДонНТУ", Фак. экологии и хим. технологии, Каф. физической и органической химии ; состав. О.О. Беляева. - 1 Мб. - Донецк: ДВНЗ "ДонНТУ", 2013. - 1 файл. - Систем. требования: ZIP-архиватор.
8. Конспект лекций для студентов по нормативной учебной дисциплине цикла природно-научной и общеэкономической подготовки «Физическая химия». Сост. Ю.Б. Высоцкий = Конспект лекцій для студентів з нормативної навчальної дисципліни циклу природничо-наукової підготовки "Фізична хімія" [Электронный ресурс]: / ДВНЗ "ДонНТУ", Фак. экологии и хим. технологии, Каф. физической и органической химии ; состав. Ю.Б. Высоцкий. - 788 Кб. - Донецк: ДВНЗ "ДонНТУ", 2013. - 1 файл. - Систем. требования: ZIP-архиватор

Периодические издания:

1. Журнал физической химии.
  2. Журнал общей химии (2007-2010)
  3. Известия вузов. Серия. Химия и химическая технология (2007-2009)
- Электронные образовательные ресурсы: да

4. Физико-химическая кинетика в газовой динамике. <http://chemphys.edu.ru/>.

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 1. Лекционные занятия:

- Лекционная аудитория, оснащенная проектором, экраном;
- Периодическая таблица Д.И.Менделеева;
- Комплект таблиц со справочными данными;
- Химическая посуда, реактивы и приборы и пособия для лекционных демонстраций.

### 2. Практические занятия:

- справочные материалы в количестве, необходимом для индивидуального пользования студентами;
- пакет индивидуальных заданий по каждой теме для текущего контроля успеваемости.

### 3.- Лабораторные работы (3 лаборатории), имеющие:

- штативы металлические;
- штативы для пробирок ;
- лабораторная посуда (пробирки, колбы, стаканы, мерные цилиндры, химические воронки, лабораторные ступки с пестиками);
- бюретки;
- водяные бани;
- калориметры;
- наборы для термического анализа;
- весы аналитические;
- весы лабораторные;
- химические реактивы;
- вытяжные шкафы;

Составитель рабочей программы:

  
(подпись)

Матвиенко В.Г.