



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ *ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ*

Направление подготовки  
*27.03.01 Стандартизация и метрология*

Профиль программы  
*Стандартизация и метрология*

Уровень высшего образования – бакалавриат

Программа подготовки – прикладной бакалавриат

Форма обучения  
Очная

Институт	<i>Естествознания и стандартизации</i>
Кафедра	<i>Физической химии и химической технологии</i>
Курс	3
Семестр	5

Магнитогорск  
2018

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 27.03.01 *Стандартизация и метрология*, утвержденного приказом МОиН РФ от 06.03.2015 № 168.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры физической химии и химической технологии 15 октября 2018 г. (протокол № 4)

Зав. кафедрой



/А.Н.Смирнов/

Рабочая программа одобрена методической комиссией института естествознания и стандартизации 29 октября 2018 г. (протокол №2)

Председатель



/И.Ю.Мезин/

Согласовано:  
Зав. кафедрой Технологии,  
сертификации и сервиса автомобилей



/И.Ю.Мезин/

Рабочая программа составлена:

д.ф.-м.н.,



/А.Н.Смирнов/

Рецензент:  
к.т.н., заведующий кафедрой промышленной  
экологии и безопасности жизнедеятельности



/А.Ю.Перятинский/



## 1 Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Физическая химия» является:

достижение возможности описывать временной ход химических физико-химических процессов на основе исходных свойств систем и веществ их составляющих, а также конечный результат соответствующих процессов.

## 2 Место дисциплины в структуре образовательной программы подготовки бакалавра

Дисциплина «Физическая химия» входит в вариативную часть (дисциплины по выбору Б1.В.ДВ.3) образовательной программы.

Для изучения дисциплины «Физическая химия» необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения таких дисциплин как:

Б1.Б.10. «Физика»,

Б1.Б.12. «Химия»,

Б1.Б.09. «Математика».

Знания умения и навыки, полученные при изучении данной дисциплины, будут необходимы при изучении дисциплины

Б1.Б.23 «Планирование и организация эксперимента», Б1.В.05 «Системы качества», Б1.В.17 «Технология химического производства» и написании ВКР.

## 3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины «Физическая химия» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Структурный элемент компетенции	Уровень освоения компетенций
ПК-20 способностью проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов, составлять описания проводимых исследований и подготавливать данные для составления научных обзоров и публикаций	
Знать	основные законы физической химии, а также способы их применения для решения теоретических и прикладных задач; элементы высшей математики, основные положения общей химии основные экспериментальные и расчетные методы определения термодинамических характеристик системы и отдельных ее составляющих веществ; понимать роль химической термодинамики как одной из теоретических основ химии
Уметь:	самостоятельно формулировать задачу физико-химического исследования в химических системах; пользуясь полученными знаниями, уметь выбирать оптимальные пути и методы решения поставленных задач.
Владеть:	практическим применением важнейших современных теоретических, термодинамических методов; приемами оценки результатов физико - химического эксперимента;

## 4 Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц 144 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 55,9 акад. часов:
- аудиторная – 54 акад. часов;
- внеаудиторная – 1,9 акад. часов
- самостоятельная работа – 88 акад. часов.

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
Предмет и методы, понятия и задачи физической химии. Химическая термодинамика. Законы термодинамики.	5	4	2/2И		10	Подготовка к лабораторной работе №1, работа с библиографическим материалами, подготовка к выполнению РГР №1 «Термодинамический анализ химических реакций»	Лабораторная работа №1, устный опрос.	ПК-20 зув
Химическое и фазовое равновесие	5	6	4/2И		20	Подготовка к лабораторной работе №2, работа с библиографическим материалами. Подготовка к отчету по РГР 1.	Лабораторная работа №2, устный опрос, сдача РГР №1 «Термодинамический анализ химических реакций»	ПК-20 зув
Реальные газы. Виральные уравнения, уравнение Ван-дер-Ваальса. Сжижение газов.	5	2	2/2И		23	Подготовка к лабораторной работе №3, работа с библиографическим материалами	Лабораторная работа №3, устный опрос	ПК-20 зув
Термодинамическое описание растворов. Парциальные мольные величины	5	10	4/1И			Подготовка к лабораторной работе №4, работа с биб-	Лабораторная работа №4, устный опрос.	ПК-20 зув

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
						лиографическим материалами, Подготовка к выполнение РГР №2 «Химическая кинетика»		
Химическая кинетика	5	10	3/2И		20	Подготовка к лабораторной работе №5, работа с библиографическим материалами, выполнение РГР №2 «Химическая кинетика»	Лабораторная работа №5, устный опрос, сдача РГР №2 «Химическая кинетика»	ПК-20 зув
Поверхностные явления.	5	4	3/2И		15	Подготовка к лабораторной работе №5, работа с библиографическим материалами	Лабораторная работа № 6, устный опрос	ПК-20 зув
<b>Итого по курсу</b>	<b>5</b>	<b>36</b>	<b>18/11 И</b>		<b>88</b>		зачет	

И – в том числе, часы, отведенные на работу в интерактивной форме.

## 5 Образовательные и информационные технологии

Образовательные технологии – это целостная модель образовательного процесса, системно определяющая структуру и содержание деятельности обеих сторон этого процесса (преподавателя и студента), имеющая целью достижение планируемых результатов с поправкой на индивидуальные особенности его участников. Технологичность учебного процесса состоит в том, чтобы сделать учебный процесс полностью управляемым.

Основными признаками образовательной технологии в ее современном понимании являются:

- детальное описание образовательных целей;
- поэтапное описание (проектирование) способов достижения заданных результатов-целей;
- использование обратной связи с целью корректировки образовательного процесса;

- гарантированность достигаемых результатов;
- воспроизводимость образовательного процесса вне зависимости от мастерства преподавателя;
- оптимальность затрачиваемых ресурсов и усилий.

Реализация компетентностного подхода предусматривает использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков 1. **Традиционные образовательные технологии** ориентируются на организацию образовательного процесса, предполагающую прямую трансляцию знаний от преподавателя к студенту (преимущественно на основе объяснительно-иллюстративных методов обучения). Учебная деятельность студента носит в таких условиях, как правило, репродуктивный характер.

#### **Формы учебных занятий с использованием традиционных технологий:**

Информационная лекция – последовательное изложение материала в дисциплинарной логике, осуществляемое преимущественно вербальными средствами (монолог преподавателя).

Практическое занятие в форме практикума – организация учебной работы, направленная на решение комплексной учебно-познавательной задачи, требующей от студента применения как научно-теоретических знаний, так и практических навыков.

Лабораторная работа – организация учебной работы с реальными материальными и информационными объектами, экспериментальная работа с аналоговыми моделями реальных объектов.

## **6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

### ***Перечень лабораторных работ***

1. Определение интегральной теплоты растворения соли
2. Изучение равновесия реакции взаимодействия твердого углерода с его диоксидом
3. Давление насыщенного пара и теплота испарения чистой жидкости
4. Третий компонент в двухслойной жидкости
5. Влияние температуры на скорость химической реакции
6. Адсорбция растворенного вещества на границе раздела фаз «жидкость – газ».

### ***ДОМАШНЕЕ РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ №1*** ***«Термодинамический анализ химических реакций»***

#### **Исследование 1**

Для реакции выполнить следующее:

- 1.1. Составить уравнение зависимости от температуры величины теплового эффекта  $\Delta H^\circ_T = f(T)$  и изменения энтропии  $\Delta S^\circ_T = f(T)$ .
- 1.2. Вычислить величины  $\Delta C_p$ ,  $\Delta H^\circ_T$ ,  $\Delta S^\circ_T$ ,  $\Delta G^\circ_T$  и  $\ln K_p$  при нескольких температурах, значения которых задаются температурным интервалом и шагом температур. Полученные значения используются при построении графиков в координатах  $\Delta C_p - T$ ;  $\Delta H^\circ_T - T$ ;  $\Delta S^\circ_T - T$ ;  $\Delta G^\circ_T - T$  и  $\ln K_p - 1/T$ .
- 1.3. Пользуясь графиком  $\ln K_p - 1/T$ , вывести приближенное уравнение вида  $\ln K_p = A/T + B$ , где  $A$ ,  $B$  – постоянные.

#### **Исследование 2**

- 2.1. Используя правило фаз Гиббса, для рассматриваемой системы определить количества фаз, независимых компонентов и число степеней свободы.
- 2.2. Определить возможное направление протекания исследуемой реакции и равновесный состав газовой фазы при давлении (кПа) и температуре (К). При решении задачи использовать выведенное в исследовании 1 эмпирическое уравнение  $\ln K_p = A/T + B$  и данные об исходном составе газовой фазы
- 2.3. Установить направление смещения состояния равновесия рассматриваемой системы при:
- увеличении давления (постоянная температура);
  - увеличении температуры (постоянное давление).

## **ДОМАШНЕЕ РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ №2**

### **«Химическая кинетика»**

#### **Формулировка задания**

##### **Исследование 1**

Для реакции  $A + B \rightarrow$  продукты реакции, начальные концентрации ( $c_0$ ) веществ А и В равны и составляют:  $c_0(A) = c_0(B) = c_0 = \dots$  моль/дм<sup>3</sup> (колонка 6, табл. 20).

Изменение концентраций веществ ( $c_i$ ) во времени ( $\tau_i$ ) при различных температурах ( $T_i$ ) находятся в строке соответствующей номеру задания табл.20. Найти энергию активации ( $E$ ), предэкспоненциальный множитель ( $k_0$ ) и время ( $\tau_5$ ), за которое ... % веществ А и В (колонка 21, табл. 20.) при температуре  $T_5 = \dots$  К (колонка 20, табл. 20) превратится в продукты реакции.

#### **Список вопросов для эзачета по дисциплине «Физическая химия» 3 курс**

Основные понятия термодинамики.

Первый закон термодинамики. Понятие о тепловом эффекте, теплоты образования, горения, растворения, фазовых превращений. Закон Гесса. Расчеты по закону Гесса.

Влияние температуры на тепловой эффект.

Закон Кирхгофа. Расчеты тепловых эффектов по закону Кирхгофа.

Второй закон термодинамики.

Термодинамические функции, химический потенциал, общие условия равновесия систем. Энергия Гиббса и энергия Гельмгольца как критерии, определяющие направление и предел протекания процессов в неизолированных системах.

Понятие о фазовом равновесии, основные определения фазового равновесия. Правило фаз Гиббса, его применение.

Фазовое равновесие в однокомпонентных системах. Уравнение Клаузиуса-Клапейрона, расчеты основанные на этом уравнение.

Условия химического равновесия. Закон действующих масс (термодинамический).

Константа химического равновесия.

Виды констант равновесия. Равновесия в гетерогенных системах.

Влияние температуры на константу равновесия.

Направление реакций в закрытых системах. Уравнение изотермы химической реакции Вант-Гоффа, ее практические приложения. Уравнение изобары-изохоры реакции. Методы расчета константы равновесия.

Правило Ле-Шателье, его практическое применение. Влияние давления на положение Реальные газы. Описание реальных газов с использованием вириальных уравнений.

Температура Бойля. Смысл вириальных коэффициентов. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Эффект Джоуля – Томпсона. Температура инверсии. Сжижение газов.

равновесия. Определение понятия “раствор”. Способы выражения состава растворов.

Влияние различных факторов на растворимость.

Модели растворов: идеальные (совершенные) и бесконечно разбавленные растворы, их

отличие от реальных растворов.  
 Законы Рауля и Генри. Парциальные молярные величины, их определение.  
 Свойства разбавленных растворов не электролитов. Давление пара над раствором, температура кипения и замерзания.  
 Основные понятия химической кинетики.  
 Способы определения скорости реакции. Формальная кинетика гомогенных реакций.  
 Закон действующих масс.  
 Порядки реакций и их молекулярность.  
 Реакции первого, второго и n-го порядков.  
 Кинетические уравнения для реакций различных порядков.  
 Период полупревращения.  
 Константа скорости реакции, ее свойства, размерности и определения.  
 Методы определения порядка реакции.  
 Поверхностное натяжение, методы его измерения.  
 Адсорбция, основные положения и уравнения адсорбции.  
 Уравнение Гиббса.  
 Уравнение Фрейндлиха. Уравнение Ленгмюра.  
 Зависимость адсорбции от температуры.

## 7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

### а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
ПК-20 способностью проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов, составлять описания проводимых исследований и подготавливать данные для составления научных обзоров и публикаций		
Знать	основные понятия и законы физической химии	<p>Основные понятия термодинамики.            Первый закон термодинамики. Понятие о тепловом эффекте, теплоты образования, горения, растворения, фазовых превращений. Закон Гесса. Расчеты по закону Гесса.            Влияние температуры на тепловой эффект.            Закон Кирхгофа. Расчеты тепловых эффектов по закону Кирхгофа.            Второй закон термодинамики.            Термодинамические функции, химический потенциал, общие условия равновесия систем.            Энергия Гиббса и энергия Гельмгольца как критерии, определяющие направление и предел протекания процессов в неизолированных системах.            Понятие о фазовом равновесии, основные определения фазового равновесия. Правило фаз Гиббса, его применение.            Фазовое равновесие в однокомпонентных системах. Уравнение Клаузиуса-Клапейрона, расчеты основанные на этом уравнение.</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>Условия химического равновесия. Закон действующих масс (термодинамический). Константа химического равновесия.</p> <p>Виды констант равновесия. Равновесия в гетерогенных системах.</p> <p>Влияние температуры на константу равновесия. Направление реакций в закрытых системах. Уравнение изотермы химической реакции Вант-Гоффа, ее практические приложения. Уравнение изобары-изохоры реакции. Методы расчета константы равновесия.</p> <p>Правило Ле-Шателье, его практическое применение. Влияние давления на положение равновесия.</p> <p>Определение понятия “раствор”. Способы выражения состава растворов.</p> <p>Влияние различных факторов на растворимость. Модели растворов: идеальные (совершенные) и бесконечно разбавленные растворы, их отличие от реальных растворов.</p> <p>Законы Рауля и Генри. Парциальные молярные величины, их определение.</p> <p>Свойства разбавленных растворов не электролитов. Давление пара над раствором, температура кипения и замерзания. Основные понятия химической кинетики. Способы определения скорости реакции. Формальная кинетика гомогенных реакций. Закон действующих масс. Порядки реакций и их молекулярность. Реакции первого, второго и n-го порядков. Кинетические уравнения для реакций различных порядков.</p> <p>Период полупревращения. Константа скорости реакции, ее свойства, размерности и определения. Методы определения порядка реакции.</p> <p>Поверхностное натяжение, методы его измерения. Адсорбция, основные положения и уравнения адсорбции. Уравнение Гиббса. Уравнение Фрейндлиха. Уравнение Ленгмюра. Зависимость адсорбции от температуры.</p>
Уметь:	определять термодинамические характеристики химических реакций	<p><b>Выполнение лабораторной работы №1</b> Определение интегральной теплоты растворения соли.</p> <p><b>Выполнение лабораторной работы № 2</b> Изучение равновесия реакции взаимодействия твердого углерода с его диоксидом</p> <p><b>Выполнение лабораторной работы №3</b> Давление насыщенного пара и теплота испарения чистой жидкости</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p><b>Выполнение лабораторной работы №4</b> Третий компонент в двухслойной жидкости</p> <p><b>Выполнение лабораторной работы №5</b> Влияние температуры на скорость химической реакции</p> <p><b>Выполнение лабораторной работы №6</b> Адсорбция растворенного вещества на границе раздела фаз «жидкость – газ».</p>
Владеть:	методами предсказания протекания возможных химических реакций	<p style="text-align: center;"><b>ДОМАШНЕЕ РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ №1</b></p> <p><b>Исследование 1</b> Для реакции выполнить следующее: 1.1. Составить уравнение зависимости от температуры величины теплового эффекта <math>\Delta H^\circ_T = f(T)</math> и изменения энтропии <math>\Delta S^\circ_T = f(T)</math>. 1.2. Вычислить величины <math>\Delta C_p</math>, <math>\Delta H^\circ_T</math>, <math>\Delta S^\circ_T</math>, <math>\Delta G^\circ_T</math> и <math>\ln K_p</math> при нескольких температурах, значения которых задаются температурным интервалом и шагом температур. Полученные значения используются при построении графиков в координатах <math>\Delta C_p - T</math>; <math>\Delta H^\circ_T - T</math>; <math>\Delta S^\circ_T - T</math>; <math>\Delta G^\circ_T - T</math> и <math>\ln K_p - 1/T</math>. 1.3. Пользуясь графиком <math>\ln K_p - 1/T</math>, вывести приближенное уравнение вида <math>\ln K_p = A/T + B</math>, где A, B – постоянные.</p> <p><b>Исследование 2</b> 2.1. Используя правило фаз Гиббса, для рассматриваемой системы определить количества фаз, независимых компонентов и число степеней свободы. 2.2. Определить возможное направление протекания исследуемой реакции и равновесный состав газовой фазы при давлении (кПа) и температуре (К). При решении задачи использовать выведенное в исследовании 1 эмпирическое уравнение <math>\ln K_p = A/T + B</math> и данные об исходном составе газовой фазы 2.3. Установить направление смещения состояния равновесия рассматриваемой системы при: а) увеличении давления (постоянная температура); б) увеличении температуры (постоянное давление).</p> <p style="text-align: center;"><b>ДОМАШНЕЕ РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ №2</b> <b>«Химическая кинетика»</b> <b>Формулировка задания</b></p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p align="center"><b>Исследование 1</b></p> <p>Для реакции <math>A+B \rightarrow</math> продукты реакции, начальные концентрации (<math>c_0</math>) веществ А и В равны и составляют: <math>c_0(A) = c_0(B) = c_0 = \dots</math> моль/дм<sup>3</sup>.</p> <p>Изменение концентраций веществ (<math>c_i</math>) во времени (<math>\tau_i</math>) при различных температурах (<math>T_i</math>). Найти энергию активации (<math>E</math>), предэкспоненциальный множитель (<math>k_0</math>) и время (<math>\tau_5</math>), за которое ... % веществ А и В при температуре <math>T_5 = \dots</math> К превратится в продукты реакции.</p>

**б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:**

Промежуточная аттестация по дисциплине включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме зачета.

**Показатели и критерии оценивания:**

Оценка	Критерии
<b>Зачтено</b>	Достаточный объем знаний в рамках образовательного стандарта, усвоение основной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины, использование терминологии, стилистическое и логическое изложение ответа на вопросы, умение делать выводы без существенных ошибок, умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им оценку, работа на лабораторных занятиях, допустимый уровень культуры исполнения заданий.
<b>Не зачтено</b>	Фрагментарные знания в рамках образовательного стандарта, знание отдельных литературных источников, рекомендованных учебной программой дисциплины, неумение использовать терминологию дисциплины, наличие в ответе грубых стилистических и логических ошибок, пассивность на лабораторных занятиях

**8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

**а) Основная литература:**

1. Бокштейн Б. С. Физическая химия: термодинамика и кинетика [Электронный ресурс] : учебное пособие / Б. С. Бокштейн, М. И. Менделев, Ю. В. Похвиснев. — Электрон. дан. — Москва : МИСИС, 2012. — 258 с. — Режим доступа:

<https://e.lanbook.com/book/47443>

2. Физическая химия : учебное пособие / Э. В. Дюльдина, С. П. Ключковский, Н. Ю. Свечникова и др. ; МГТУ. - 2-е изд. - Магнитогорск : МГТУ, 2017. - 127 с. : ил., диагр., граф., табл. - URL:

<https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=3506.pdf&show=dcatalogues/1/1>

[514311/3506.pdf&view=true](#) (дата обращения: 04.10.2019). - Макрообъект. - Текст: электронный. - Имеется печатный аналог.

**б) Дополнительная литература:**

1. Химическая кинетика и адсорбция: метод. указания для студентов по дисциплине "Физическая химия" / [Э. В. Дюльдина, С. П. Ключковский, Н. Ю. Свечникова и др.] ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2013. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL:

<https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=1258.pdf&show=dcatalogues/1/123436/1258.pdf&view=true> (дата обращения: 04.10.2019). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

2. Поверхностные явления. Адсорбция : учебное пособие / А. Н. Смирнов, Н. Ю. Свечникова, С. В. Юдина, Э. В. Дюльдина ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2017. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL:

<https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=3417.pdf&show=dcatalogues/1/139847/3417.pdf&view=true> (дата обращения: 04.10.2019). - Макрообъект. - Текст : электронный. - ISBN 978-5-9967-0966-3. - Сведения доступны также на CD-ROM.

2. Дюльдина, Э.В. Термодинамика химических реакций: учебное пособие [Электронный ресурс]: Э.В.Дюльдина, С.П.Ключковский, А.Н.Смирнов, Н.Ю.Свечникова, М.А.Шерстобитов, С.В.Юдина ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова». Электрон. текст. дан.(1,85 Мб) – Магнитогорск: ФГБОУ ВПО «МГТУ». 2013. – 1элект. опт. диск (CD-R) –Систем. треб.: IBM PSC Любая более 1GHz; 512 Мб RAM; 10 Мб HDD; MS Windows XP и выше. Adobe Reader 8.0 и выше; CD/DVD-ROM дисковод; мышь. – Загл. с тит. экрана. **Режим доступа:** <http://catalog.inforeg.ru/Inet/GetEzineByID/295025>.

4. Кокс и химия – ISSN 0026-0827.

**в) Методические указания:**

1. Лабораторный практикум по физической химии : учебно-методическое пособие / А. Н. Смирнов, Н. Ю. Свечникова, С. В. Юдина, Э. В. Дюльдина ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2017. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=3177.pdf&show=dcatalogues/1/136592/3177.pdf&view=true> (дата обращения: 04.10.2019). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

**г) Программное обеспечение:**

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Windows 7	Д-1227 от 08.10.2018	11.10.2021
MS Office 2007	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Стандартный	Д-300-18 от 31.03.2018	28.01.2020
7Zip	свободно распространяемое	бессрочно

**Интернет-ресурсы:**

1. Международная справочная система «Полпред» polpred.com отрасль «Образование, наука».- URL: <http://education.polpred.com/>.

2. Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ). - URL:[http://elibrary.ru/project\\_risc.asp/](http://elibrary.ru/project_risc.asp/)
3. Поисковая система Академия Google (Google Scholar). - URL: <http://scholar.google.ru/>
4. Информационная система – Единое окно доступа к информационным ресурсам. - URL: <http://window.edu.ru/>
5. Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности». – Режим доступа: <http://www1.fips.ru/>

### 9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Тип и название аудитории	Оснащение аудитории
Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа	Доска, мультимедийный проектор, экран
Учебная аудитория для проведения лабораторных работ: лаборатория физической химии	<p>Лабораторные установки для проведения лабораторных работ:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- установка для определение интегральной теплоты растворения соли;</li> <li>- установка для изучения реакции <math>C+CO_2=2CO</math></li> <li>- установка для определения давление насыщенного пара;</li> <li>- бюретки и лабораторная посуда для приготовления растворов для лабораторной «Третий компонент в двухслойной жидкости»;</li> <li>- установка для определения влияние температуры на скорость химической реакции;</li> <li>- установка для определения адсорбции на границе жидкость – газ.</li> </ul>
Учебные аудитории для самостоятельной работы: компьютерные классы; читальные залы библиотеки ФГБОУ МГТУ	Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета
Учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Компьютерная техника с пакетом MS Office, с подключением к сети «Интернет» и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета. Специализированная мебель
Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования	Стеллажи для хранения учебного оборудования Инструменты для ремонта лабораторного оборудования