

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»  
(ФГБОУ ВО КНИТУ)

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по УР

А. В. Бурмистров

« 4 » 10 2018 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

По дисциплине **Б1.Б.12 «Физическая химия»**

Специальность **18.05.01 «Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий»**

Специализации: **Химическая технология органических соединений азота, Химическая технология полимерных композиций, порохов и твёрдых ракетных топлив, Технология энергонасыщенных материалов и изделий, Технология пиротехнических средств, Автоматизированное производство химических предприятий.**

Квалификация (степень) выпускника **Инженер**  
Форма обучения **очная**

Институты, факультеты: **Инженерный химико-технологический институт, Факультет энергонасыщенных материалов и изделий**

Кафедра-разработчик рабочей программы **Кафедра физической и коллоидной химии**  
Курс, семестр **2,3 курсы, 4,5 семестры**

	Часы	Зачетные единицы
Лекции	36	1
Практические занятия	54	1,5
Лабораторные занятия	90/81	2,5
Самостоятельная работа	171/180	4,75
Форма аттестации: Экзамен 4,5 семестры	81	2,25
Всего	432	12

/часы указаны для набора студентов 2017, 2018 г.г.

Казань - 2018 г.

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования, утвержденного 12 сентября 2016 г. № 1176 по специальности **18.05.01-Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий**

для специализаций: **Химическая технология органических соединений азота, Химическая технология полимерных композиций, порохов и твёрдых ракетных топлив, Технология энергонасыщенных материалов и изделий, Технология пиротехнических средств, Автоматизированное производство химических предприятий** на основании утвержденных учебных планов обучающихся 2015, 2016, 2017, 2018 г.

Типовая программа по дисциплине отсутствует

Разработчики программы:  
профессор



Селиванова Н.М.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры физической и коллоидной химии, протокол от 4.9.2018 г. № 1

Зав. кафедрой ФКХ, профессор



Галяметдинов Ю.Г.

### СОГЛАСОВАНО

Протокол заседания методической комиссии Инженерного химико-технологического института, реализующего подготовку образовательной программы от 12.09.2018 г. № 8

Председатель комиссии, профессор

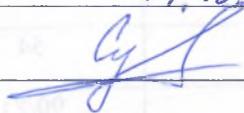


В.Я. Базотов

### УТВЕРЖДЕНО

Протокол заседания методической комиссии факультета ХТПМК, к которому относится кафедра-разработчик рабочей программы от 14.09 2018 г. № 1

Председатель комиссии, профессор



Султанова Д.Ш.

Начальник УМЦ, доцент



Л.А. Китаева

## 1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Физическая химия» являются:

- а) овладение знаниями в области теории химических процессов, объясняющими закономерности, направленность, скорость их протекания, условия получения максимального выхода продукта и новых материалов с необходимыми свойствами для успешного усвоения других общеобразовательных и специальных дисциплин и использования их в профессиональной и познавательной деятельности
- б) овладение навыками применения теоретических законов физической химии и экспериментальных физико-химических методов (термодинамическим, статистическим, кинетическим, физико-химическим анализом) для решения практических вопросов химической технологии.

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Физическая химия» относится к базовой части естественнонаучного цикла ООП и формирует у специалистов по специальности 18.05.01 «Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий» специализаций: Химическая технология органических соединений азота, Химическая технология полимерных композиций, порохов и твёрдых ракетных топлив, Технология энергонасыщенных материалов и изделий, Технология пиротехнических средств, Автоматизированное производство химических предприятий набор знаний, умений и компетенций, необходимых для выполнения производственно-технологической и научно-исследовательской деятельности.

Для успешного освоения дисциплины «Физическая химия» специалист по специальности 18.05.01 «Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий» должен освоить материал предшествующих дисциплин:

- а. общая и неорганическая химия,
- б. аналитическая химия и физико-химические методы анализа;
- в. органическая химия
- г. высшая математика,
- д. вычислительная математика
- е. информатика,
- ж. физика.

Дисциплина «Физическая химия» является предшествующей и необходима для успешного усвоения последующих дисциплин:

- а. общая химическая технология, п
- б. поверхностные явления и дисперсные системы
- в. химия и физика полимеров,
- г. материаловедение,
- д. процессы и аппараты химической технологии,
- е. физико-химия твёрдого состояния,
- ж. химия и физика конденсированных сред,
- з. теория быстропротекающих процессов,
- и. теория технологических процессов,
- к. моделирование, оптимизация и управление процессами,
- л. системы управления химико-технологическими процессами,

Знания, полученные при изучении дисциплины «Физическая химия» могут быть использованы при прохождении практик (*учебной, научно-исследовательской производственной, преддипломной*), в выполнении выпускных квалификационных работ по специальности 18.05.01 «Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий».

## 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины:

**ОПК-1** способность использовать математические, естественнонаучные и инженерные знания для решения задач своей профессиональной деятельности;

**ОПК-2** способность профессионально использовать современное технологическое и аналитическое оборудование, способность к проведению научных исследований и анализу полученных при его проведении результатов;

**ПК-11** способность применять современные методы исследования, проводить стандартные и сертификационные испытания материалов, изделий и технологических процессов;

**ПК-12** способность планировать и проводить необходимый эксперимент, корректно обрабатывать и анализировать полученные результаты.

*В результате освоения дисциплины обучающийся должен:*

**1. Знать:**

- а. теоретические методы физической химии (термодинамический, кинетический, квантово-механический);
- б. общие физико-химические закономерности, присущие химическим явлениям и процессам;
- в. начала термодинамики и основные уравнения химической термодинамики;
- г. методы термодинамического описания химических и фазовых равновесий в многокомпонентных системах;
- д. термодинамику растворов электролитов и электрохимических систем;
- е. уравнения формальной кинетики и кинетики сложных, цепных, гетерогенных и фотохимических реакций;
- ж. основные теории гомогенного, гетерогенного и ферментативного катализа.

**2. Уметь:**

- а. определять термодинамические характеристики химических реакций и равновесные концентрации веществ;
- б. использовать основные химические законы, термодинамические справочные данные и количественные соотношения физической химии для решения профессиональных задач;
- в. прогнозировать влияние различных факторов на равновесие в химических реакциях; рассчитать константу равновесия при разных внешних условиях и определить оптимальные условия проведения процесса;
- г. определять направленность процесса в заданных начальных условиях;
- д. устанавливать границы областей устойчивости фаз в однокомпонентных, бинарных и многокомпонентных системах;
- е. определять составы сосуществующих фаз в бинарных гетерогенных системах;
- ж. составлять кинетические уравнения в дифференциальной и интегральной форме для кинетически простых реакций и прогнозировать влияние температуры на скорость процесса;
- з. проводить физико-химический эксперимент на базе типовых методов и приемов исследования.

**3. Владеть:**

- а. навыками вычисления тепловых эффектов химических реакций при заданной температуре в условиях постоянства давления или объема;
- б. навыками вычисления констант равновесия химических реакций при заданной температуре; давления насыщенного пара над индивидуальным веществом, состава сосуществующих фаз в двухкомпонентных системах;
- в. методами определения констант скорости реакций различных порядков по результатам кинетического эксперимента.

#### 4. Структура и содержание дисциплины «Физическая химия»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 432 часа, 12 зачетных единиц.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы (в часах)				Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации
			Лекция	Практические занятия	Лабораторные работы	СРС	
1	Основы химической термодинамики	4	4	4	12/9	21	Тест, коллоквиум, расчетная работа, лабораторная работа
2	Термодинамические потенциалы	4	4	4	12	10/12	Лабораторная работа, коллоквиум
3	Химическое равновесие	4	6	6	12	30/32	Лабораторная работа, тест, коллоквиум
4	Фазовые равновесия	4	4	4	14/10	20/22	Лабораторная работа, коллоквиум
Форма аттестации							ЭКЗАМЕН
5	Растворы	5	4	10	12	25	Лабораторная работа, коллоквиум

6	Электрохимические системы	5	4	10	12/10	25/29	Лабораторная работа, тест, коллоквиум, расчетная работа, собеседование
7	Химическая кинетика и катализ	5	8	16	16	40/39	Лабораторная работа, тест, коллоквиум, расчетная работа, собеседование
Форма аттестации		<i>экзамен</i>					

## 5. Содержание лекционных занятий по темам

с указанием формируемых компетенций и используемых инновационных образовательных технологий.

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема лекции	Краткое содержание	Компетенции
1	Основы химической термодинамики	2	Основные понятия и законы химической термодинамики.	Введение в дисциплину. История развития науки «Физическая химия» ее, роль и значение. Основные понятия химической термодинамики. Первый закон термодинамики и его применение к физическим и химическим процессам. Закон Гесса. Способы расчета тепловых эффектов химических реакции. Теплоемкость. Зависимость теплоемкости от температуры. Зависимость теплового эффекта химических реакций от температуры. Закон Кирхгофа. Второе начало термодинамики. Энтропия. Изменение энтропии в обратимых и необратимых процессах, в ходе химической реакции, процессах нагревания веществ, смешения идеальных газов, при фазовых переходах, в электрохимических элементах. Постулат Планка, третье начало термодинамики. Абсолютная энтропия веществ и ее вычисление.	ОПК-1, ОПК-2, ПК-11 ПК-12
2		2			
3	Термодинамические потенциалы	2	Термодинамические потенциалы – как критерии направленности процесса	Энергия Гиббса и энергия Гельмгольца. Максимально полезная работа. Термодинамические потенциалы как критерий направления протекания процессов и как мера работоспособности системы. Расчет изменения энергии Гиббса и энергии Гельмгольца в различных процессах. Характеристические функции. Уравнения Гиббса – Гельмгольца. Системы переменного состава. Условия термодинамического равновесия в системах переменного состава. Химический потенциал, уравнения для его расчета в идеальных и реальных системах.	ОПК-1, ОПК-2, ПК-11 ПК-12
4		2			
5	Химическое равновесие	2	Химическое равновесие	Уравнение изотермы химической реакции. Закон действующих масс. Константа равновесия. Химическое сродство. Константы равновесия для гомогенных и гетерогенных реакций. Вычисление состава равновесной смеси, выхода продукта, степени превращения, степени диссоциации. Зависимость константы равновесия от температуры. Уравнение изобары и изохоры химической реакции. Принцип Ле - Шателье - Брауна. Влияние температуры, давления и посторонних примесей на химическое равновесие.	ОПК-1, ОПК-2, ПК-11 ПК-12
6		2			
7		2			
8	Фазовое равновесие	2	Фазовое равновесие. Физико-химический термический анализ	Понятия фаза, компонент системы, независимый компонент степень свободы. Общие условия равновесия в гетерогенных системах. Правило фаз Гиббса. Уравнение Клапейрона - Клаузиуса и его применение к различным фазовым равновесиям. Метод физико-химического термического анализа. Диаграмма состав – свойство. Однокомпонентные системы, двухкомпонентные системы. Типы диаграмм плавкости. Анализ кривых охлаждения и диаграмм плавкости двухкомпонентных систем	ОПК-1, ОПК-2, ПК-11 ПК-12
9		2			
10	Растворы	2	Растворы. Многокомпонентные растворы	Экстенсивные и интенсивные свойства растворов. Парциальные молярные величины и методы их определения. Классификация растворов (растворы идеальные, неидеальные, предельно разбавленные). Химический потенциал компонента идеального и неидеального раствора. Активность компонента, коэффициент активности. Свойства растворов. Давление пара компонентов над рас-	ОПК-1, ОПК-2, ПК-11 ПК-12

11		2		твором. Понижение температуры замерзания и повышение температуры кипения растворов. Предельная растворимость твердого вещества в растворе. Осмотическое давление. Экстракция. Летучие смеси. Законы Коновалова. Перегонка бинарных смесей. <i>Фазовое равновесие</i> . Условие термодинамического равновесия в многофазных многокомпонентных системах. Правило фаз Гиббса. Фазовое равновесие в однокомпонентных системах. Уравнение Клаузиуса – Клапейрона и его использование для расчета процессов фазовых переходов. Фазовые диаграммы однокомпонентных систем. Тройная точка. Фазовые равновесия в двухкомпонентных системах. Термический анализ. Твердые растворы. Взаимная растворимость двух жидкостей. Диаграммы состояния двухкомпонентных систем. Равновесия в многокомпонентных системах.	
12	Электрохимические системы	2	Теория растворов электролитов. Гальванические элементы	Электролиты. Теории растворов электролитов. Константа и степень диссоциации. Закон разведения Оствальда. Основы электростатической теории сильных электролитов Дебая – Хюккеля. Электрическая проводимость растворов электролитов. Кондуктометрия. Электролиз, законы Фарадея. Числа переноса. Электрохимический потенциал. Типы потенциалов. Двойной электрический слой. Уравнение Нернста. Классификация электродов. Гальванические элементы. ЭДС. Химические и концентрационные цепи. Цепи без переноса и с переносом. Диффузионный потенциал, его устранение. Потенциометрия. Электрохимическая коррозия металлов.	ОПК-1, ОПК-2, ПК-11 ПК-12
13		2			
14	Химическая кинетика	2	Кинетика сложных реакций. Скорость и порядок химических реакций. Энергия активации	Понятие о скорости химической реакции. Порядок и молекулярность реакции. Формальная кинетика. Прямая и обратная задачи химической кинетики. Кинетика простых реакций. Методы определения порядка химической реакции. Кинетика сложных гомогенных реакций. Принцип стационарных концентраций Боденштейна. Лимитирующая стадия. Диффузионная и кинетическая области протекания процесса. Зависимость скорости простых и сложных реакций от температуры. Правило Вант - Гоффа. Уравнение Аррениуса. Энергия активации. Теория активных столкновений и теория абсолютных скоростей химических реакций. Кинетика цепных реакций	ОПК-1, ОПК-2, ПК-11 ПК-12
15		2			
16		2			
17	Катализ	2	Катализ	Классификация каталитических реакций. Гомогенный катализ и его механизм в растворах. Кислотно-основной и ферментативный катализ. Гетерогенный катализ. Особенности гетерогенно-каталитических процессов. Адсорбция на поверхности твердого катализатора. Механизм гетерогенного катализа. Промоторы и ингибиторы. Кинетика гетерогенного катализа. Теории гетерогенного катализа.	ОПК-1, ОПК-2, ПК-11 ПК-12
18		2			

### 6. Содержание практических занятий (4, 5 семестры)

Цель проведения практических занятий по дисциплине «Физическая химия» – научить обучающихся применять основные законы, уравнения, формулы физической химии для расчёта различных термодинамических и кинетических параметров химических процессов в дальнейшей профессиональной деятельности. Обучающиеся должны овладеть умением определять термодинамические характеристики химических реакций, навыками вычисления тепловых эффектов химических реакций при заданной температуре в условиях постоянства давления или объема, навыками вычисления констант равновесия химических реакций при заданной температуре, давления насыщенного пара над индивидуальным веществом, состава сосуществующих фаз в двухкомпонентных системах;

Практические занятия помогают обучающимся в овладении навыками составления кинетических уравнений в дифференциальной и интегральной форме, методами определения констант скорости реакций различных порядков по результатам кинетического эксперимента. Обучающиеся должны уметь прогнозировать влияние температуры, среды, концентрации реагента и катализатора на скорость процесса. Должны овладеть умением рассчитывать основные характеристики растворов электролитов такие, как степень и константа диссоциации, коэффициент активности, коэффициент электропроводности, произведение растворимости солей, константы равновесия реакций, константы и степени гидролиза солей, термодинамические характеристики гальванических элементов.

Овладеть навыками самостоятельной работы со справочной химической литературой, с различными информационными источниками (в том числе Internet). Систематизировать, закрепить и углубить теоретические знания по дисциплине. *Практические занятия проводятся в компьютерном классе с использованием персонального компьютера.*

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема практического занятия	Краткое содержание	Формируемые компетенции
1	Основы химической термодинамики	2	Расчёт теплоты физических и химических превращений. Применение 1 закона термодинамики, закона Гесса, закона Кирхгоффа.	Расчёт теплоты, работы, внутренней энергии в различных процессах по 1 закону термодинамики, тепловых эффектов по закону Гесса, стандартным теплотам сгорания и образования, энергиям связей, методами циклов и комбинирования уравнений.	ОПК-1 ОПК-2 ПК-11 ПК-12
2		2		Расчёт тепловых эффектов химических реакций при различных температурах по закону Кирхгоффа. Интегрирование уравнения Кирхгоффа. Использование уравнений зависимости теплоёмкости от температуры. Решение индивидуальных и многовариантных задач по теме	ОПК-1 ОПК-2 ПК-11 ПК-12
3	Термодинамические потенциалы	2	Расчёт характеристических термодинамических функций	Вычисление изменения энтропии, энергии Гиббса в различных процессах по справочным данным и при различных температурах. Приближённый и точные расчёты. Использование приведённой функции Гиббса. Определение направления процесса, расчёт констант равновесия. Решение индивидуальных и многовариантных задач по теме.	ОПК-1 ОПК-2 ПК-11 ПК-12
4		2			
5	Химическое равновесие	2	Химическое равновесие	Использование закона действия масс для расчёта состава равновесной смеси и констант равновесия. Вычисление состава равновесной смеси, выхода продукта, степени превращения, степени диссоциации. Расчет константы равновесия. Определение направления процесса.	ОПК-1 ОПК-2 ПК-11 ПК-12
6		2		Приближённый и точные расчёты констант равновесия. Метод Шварцмана-Тёмкина. Применение уравнений изотермы, изобары, изохоры, Планка. Определение влияния внешних условий на равновесие.	ОПК-1 ОПК-2 ПК-11 ПК-12
7		2			

8	Фазовое равновесие	2	Фазовые диаграммы плавкости двухкомпонентных систем	Построение фазовых диаграмм плавкости по справочным и опытным данным. Определение состава и количества равновесных фаз, составов эвтектики, химических соединений. Построение теоретической диаграммы плавкости по уравнению Шредера. Построение теоретических кривых охлаждения для ряда составов и систем, используя треугольник Таммана. Анализ типов кривых охлаждения и диаграмм плавкости.	ОПК-1 ОПК-2 ПК-11 ПК-12	
9		2	Фазовые диаграммы кипения двухкомпонентных систем	Построение зависимостей состава пара от состава жидкой фазы и температуры кипения системы от состава. Определение состава и количества равновесных фаз, результатов ректификационной перегонки. Расчёт по правилу рычага, методу неизменного компонента. Анализ диаграмм на основе законов Рауля и Коновалова, Гиббса.	ОПК-1 ОПК-2 ПК-11 ПК-12	
10	Химическая кинетика	4	Кинетика простых необратимых реакций	Определение констант скорости и порядка реакции из опытных данных интегральными, дифференциальными и графическими методами. Определение скорости по кинетической кривой. Время полупревращения. Составление кинетических уравнений. Причины несовпадения молекулярности и порядка.	ОПК-1 ОПК-2 ПК-11 ПК-12	
11		4				
12		4	Зависимость скорости химической реакции от температуры			Правило Ван-Гоффа, уравнение Аррениуса. Вычисление энергии активации расчётным и графическим методами. значения предэкспоненциального множителя, числа активных столкновений, стерического фактора и энтропии активации. Степень компенсации. Решение индивидуальных и многовариантных задач по теме.
13		2				
14		4	Кинетика сложных химических реакции			Определение элементарных констант из опытных данных для параллельных, последовательных, обратимых реакций. Лимитирующая стадия. Метод Боденштейна. Решение индивидуальных и многовариантных задач по теме.
15	Катализ	4	Кинетика каталитических реакций	Определение скорости гетерогенной каталитической реакции. Примеры механизмов каталитических процессов. Расчёт констант скорости реакций гомогенного катализа, кислотно-основного катализа, гетерогенного катализа. Расчёт скорости процессов диффузии, адсорбции. Энергия активации каталитической реакции. Решение индивидуальных и многовариантных задач по теме.	ОПК-1 ОПК-2 ПК-11 ПК-12	
16	Электрохимические системы	4	Электролиты	Расчет основных характеристик электролитов: среднего ионного коэффициента активности, ионной силы раствора, изотонического коэффициента, степени и константы диссоциации электролита и других свойств.	ОПК-1 ОПК-2 ПК-11 ПК-12	
		2				

17		4	Электродные процессы	Расчёт потенциалов и ЭДС по уравнению Нернста. Расчёт произведений растворимости солей, коэффициентов активности электролитов, констант равновесия реакций, константы и степени гидролиза соли, рН растворов и других величин из результатов потенциометрии. Расчёт термодинамических параметров гальванических элементов. Решение индивидуальных и многовариантных задач по теме.	ОПК-1 ОПК-2 ПК-11 ПК-12
18		4			

### 7. Содержание лабораторных занятий (4, 5 семестры)

Целью лабораторных работ является экспериментальное подтверждение и проверка теоретических положений физической химии (законов, зависимостей), приобретение навыков проведения химического эксперимента, формирование практических умений и навыков обращения с различными приборами, установками, лабораторным оборудованием, аппаратурой, которые могут составлять часть профессиональной практической подготовки. Формирование исследовательских умений (наблюдать, сравнивать, анализировать, устанавливать зависимости, делать выводы и обобщения, самостоятельно вести исследование, оформлять результаты).

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Наименование лабораторной работы	Краткое содержание	Формируемые компетенции
1	Основы химической термодинамики	4	Вводное занятие.	Инструктаж по технике безопасности. Беседа о правилах поведения в химической лаборатории. Планирование эксперимента и обработке результатов измерений. Правила построения графиков. Выбор масштаба. Расчёт ошибок опыта и погрешностей метода.	ОПК-1 ОПК-2 ПК-11 ПК-12
2		4	Определение теплового эффекта реакции растворения соли методом калориметрии.	Определяют постоянную калориметра и теплоту растворения солей по изменению температуры во времени и времени реакций. <i>Лабораторная работа проводится в помещении учебной лаборатории с использованием специального оборудования – калориметра и термометра или компьютерного учебно-лабораторного комплекса (УЛК) «Химия».</i>	ОПК-1 ОПК-2 ПК-11 ПК-12
3		4	Определение теплового эффекта реакции нейтрализации сильной кислоты сильным основанием.	Определяют и теплоту реакции нейтрализации методом калориметрии. <i>Лабораторная работа проводится в помещении учебной лаборатории с использованием УЛК «Химия», включающего модули: термостат, универсальный контроллер и персональный компьютер.</i>	ОПК-1 ОПК-2 ПК-11 ПК-12
4		4/2	Определение теплового эффекта реакций диссоциации слабых кислот и оснований.	Определяют теплоту диссоциации методом калориметрии. <i>Лабораторная работа проводится с использованием УЛК «Химия».</i>	ОПК-1 ОПК-2 ПК-11 ПК-12

5		4/2	Определение содержания кристаллизационной воды в кристаллогидрате.	Опытным путём определяют теплоту растворения кристаллогидрата и содержание кристаллизационной воды. <i>Лабораторная работа проводится с использованием УЛК «Химия».</i>	ОПК-1 ОПК-2 ПК-11 ПК-12
6		4	Определение парциальных молярных теплот растворения солей.	Определение парциальных молярных теплот растворения солей опытным и расчётным способами. <i>Лабораторная работа проводится в помещении учебной лаборатории с использованием УЛК «Химия».</i>	ОПК-1 ОПК-2 ПК-11 ПК-12
7	Химическое равновесие	4	Изучение химического равновесия в гомогенных системах.	Определение равновесных концентраций веществ. Расчет константы равновесия. Определение направления процесса. <i>Лабораторная работа проводится в помещении учебной лаборатории методом титрования.</i>	ОПК-1 ОПК-2 ПК-11 ПК-12
8	Фазовые равновесия в одно-,	4/3	Термический анализ неизомерных двухкомпонентных систем.	Построение кривых охлаждения с помощью компьютера по экспериментальным данным. Построение и анализ диаграммы состояния неизомерно плавящихся систем. Расчет опытных теплот плавления компонентов. <i>Лабораторная работа проводится в помещении учебной лаборатории с использованием термометров или УЛК «Химия».</i>	ОПК-1 ОПК-2 ПК-11 ПК-12
9	двух- и трёхкомпонентных системах	4	Изучение фазового равновесия жидкость - пар	Экспериментальное определение температуры кипения бинарных смесей. Построение калибровочных кривых «показатель преломления-состав». Построение и анализ диаграммы состояния. <i>Лабораторная работа проводится с использованием специального оборудования – приборов Свентославского, рефрактометров.</i>	ОПК-1 ОПК-2 ПК-11 ПК-12
10		4	Определение коэффициента распределения вещества.	Изучение растворимости и состояния исследуемого вещества в различных фазах. Определение равновесных концентраций вещества в двух несмешивающихся жидкостях. Расчет коэффициента распределения. <i>Решение задач на применение метода экстрагирования (расчет степени извлечения вещества, кратности экстракции, объема экстрагента).</i> <i>Лабораторная работа проводится в помещении учебной лаборатории.</i>	ОПК-1 ОПК-2 ПК-11 ПК-12
11	Электрохимические системы.	4	Криометрическое определение молекулярной массы и степени диссоциации электролита.	Определение температуры замерзания растворителя и раствора. Расчет молярной массы, изотонического коэффициента и степени диссоциации растворенного вещества. <i>Лабораторная работа проводится в помещении учебной лаборатории с использованием специального оборудования – термометров Бекмана, криостата.</i>	ОПК-1 ОПК-2 ПК-11 ПК-12
12		4	Определение константы диссоциации слабого электролита методом электропроводности.	Измерение удельной электропроводности растворов слабого электролита различных концентраций. Расчет эквивалентной электропроводности, степени и константы диссоциации. Аналитический и графический методы. Определение концентрационной зависимости удельной и эквивалентной электропроводности. <i>Лабораторная работа проводится в помещении учебной лаборатории с использованием кондуктометров.</i>	ОПК-1 ОПК-2 ПК-11 ПК-12

13		4	Определение коэффициента электропроводности сильного электролита.	Определение коэффициента электропроводности, предельной эквивалентной электропроводности, концентрационной зависимости сильного электролита расчётным и графическим способами из опытных данных. <i>Лабораторная работа проводится в помещении учебной лаборатории с использованием кондуктометра.</i>	ОПК-1 ОПК-2 ПК-11 ПК-12
14		4	Определение ЭДС гальванического элемента.	Измерение и расчёт ЭДС гальванических элементов различных типов. Расчёт потенциалов электродов по уравнению Нернста. <i>Лабораторная работа проводится в помещении учебной лаборатории с использованием потенциометров, гальванометров, стандартных элементов и электродов.</i>	ОПК-1 ОПК-2 ПК-18 ПК-19
15		4	Изучение процессов гидролиза солей потенциометрическим методом.	Для солей разных типов изучают механизм и концентрационную зависимость, определяют степень и константу гидролиза. <i>Лабораторная работа проводится в помещении учебной лаборатории с использованием рН-метра-милливольтметра.</i>	ОПК-1 ОПК-2 ПК-11 ПК-12
16		4	Определение константы диссоциации сильной кислоты методом потенциометрии.	Методом потенциометрии определяют степени и константы диссоциации ряда кислот из опытных значений рН. Изучают концентрационную зависимость. <i>Лабораторная работа проводится в помещении учебной лаборатории с использованием рН-метра-милливольтметра.</i>	ОПК-1 ОПК-2 ПК-11 ПК-12
17		4/2	Определение чисел переноса.	Методом электролиза по изменению количества электролита в катодном и анодном пространстве определяют числа переноса ионов серной кислоты. <i>Лабораторная работа проводится в помещении учебной лаборатории с использованием УИП, электролизёра, кулонометра, амперметра, электронных весов.</i>	ОПК-1 ОПК-2 ПК-11 ПК-12
18	Химическая кинетика и катализ .	4	Изучение кинетики реакции инверсии сахарозы.	Определение порядка, периода полупревращения и константы скорости гомогенной каталитической реакции. Аналитический и графический методы. <i>Лабораторная работа проводится в помещении учебной лаборатории с использованием специального оборудования – поляриметра</i>	ОПК-1 ОПК-2 ПК-12 ПК-19
19		4	Изучение кинетики реакции омыления уксусно-этилового эфира.	Определение порядка, периода полупревращения и константы скорости гомогенной каталитической реакции. В присутствии щёлочи или кислоты в качестве катализаторов. Аналитический и графический методы расчёта. <i>Лабораторная работа проводится в помещении учебной лаборатории с использованием метода титрования.</i>	ОПК-1 ОПК-2 ПК-11 ПК-12
20			Изучение кинетики реакции омыления уксусно-этилового эфира щёлочью методом потенциометрии	Изучение механизма процесса. Определение частного порядка реакции, константы скорости при различных температурах, энергии активации. <i>Лабораторная работа проводится в помещении учебной лаборатории с использованием УЛК «Химия».</i>	ОПК-1 ОПК-2 ПК-11 ПК-12
21		4	Изучение кинетики реакции разложения перекиси водорода на	Определение порядка, периода полупревращения и константы скорости гетерогенной каталитической реакции. Изучение влияния природы катализатора (металлы, окислы металлов, соли, уголь), состояния поверхности, рН среды, концентрации раствора на скорость и механизм реак-	ОПК-1 ОПК-2 ПК-11

		твердых катализаторах.	ции. Аналитический и графический методы. <i>Лабораторная работа проводится в помещении учебной лаборатории методом волюмометрии.</i>	ПК-12
22	4	Определение кинетических характеристик химических реакций с использованием программы «Гауссиан».	Определение константы скорости при различных температурах, энергии активации, значения предэкспоненциального множителя, числа активных столкновений, стерического фактора и энтропии активации. <i>Лабораторная работа проводится с использованием персонального компьютера.</i>	ОПК-1 ОПК-2 ПК-11 ПК-12

### 8. Самостоятельная работа специалиста

Темы, выносимые на самостоятельную работу	Время на подготовку, час.	Формы СРС	Формируемые компетенции
1. Применение законов термодинамики для расчета основных термодинамических процессов	8/10	Проработка лекционного материала, чтение учебников, написание конспекта, подготовка к лабораторной работе, оформление отчета по лабораторной работе, подготовка к защите отчета по лабораторной работе, выполнение индивидуального расчетного задания	ОПК-1 ОПК-2 ПК-11 ПК-12
2. Расчет тепловых эффектов химических реакций	8	Проработка лекционного материала, чтение учебников, написание конспекта, подготовка к лабораторной работе, оформление отчета по лабораторной работе, подготовка к тестированию по теме раздела	ОПК-1 ОПК-2 ПК-11 ПК-12
3. Расчет зависимости тепловых эффектов от температуры по закону Кирхгофа	8	Проработка лекционного материала, написание конспекта, выполнение индивидуального расчетного задания подготовка к лабораторной работе, оформление отчета по лабораторной работе	ОПК-1 ОПК-2 ПК-11 ПК-12
4. Расчет термодинамических потенциалов в различных процессах	8	Проработка лекционного материала, написание конспекта, выполнение индивидуального расчетного задания подготовка к лабораторной работе, оформление отчета по лабораторной работе, подготовка к тестированию по теме раздела	ОПК-1 ОПК-2 ПК-11 ПК-12
5. Расчет константы равновесия и степени диссоциации	8	Проработка лекционного материала, написание конспекта, выполнение индивидуального расчетного задания, подготовка к лабораторной работе, оформление отчета по лабораторной работе, подготовка к тестированию по теме раздела	ОПК-1 ОПК-2 ПК-11 ПК-12

6. Зависимость константы равновесия от температуры	8	Проработка лекционного материала, чтение учебников, написание конспекта, подготовка к лабораторной работе, оформление отчета по лабораторной работе, выполнение индивидуального расчетного задания	ОПК-1 ОПК-2 ПК-11 ПК-12
7. Расчет равновесного состава смеси	8/10	Проработка лекционного материала, чтение учебников, написание конспекта, подготовка к лабораторной работе, оформление отчета по лабораторной работе, выполнение индивидуального расчетного задания подготовка к тестированию по теме раздела	ОПК-1 ОПК-2 ПК-11 ПК-12
8. Расчет фазового равновесия в однокомпонентных системах	8	Проработка лекционного материала, написание конспекта, выполнение индивидуального расчетного задания	ОПК-1 ОПК-2 ПК-11 ПК-12
9. Анализ фазовых диаграмм состояния двухкомпонентных систем	8/10	Проработка лекционного материала, чтение учебников, написание конспекта, подготовка к лабораторной работе, оформление отчета по лабораторной работе, выполнение индивидуального расчетного задания	ОПК-1 ОПК-2 ПК-11 ПК-12
10. Расчет состава растворов	8	Проработка лекционного материала, написание конспекта, выполнение индивидуального расчетного задания подготовка к лабораторной работе, оформление отчета по лабораторной работе, подготовка к тестированию по теме раздела	ОПК-1 ОПК-2 ПК-11 ПК-12
11. Расчет парциальных молярных величин	5	Проработка лекционного материала, написание конспекта, выполнение индивидуального расчетного задания	ОПК-1 ОПК-2 ПК-11 ПК-12
12. Экстрагирование. Определение коэффициента распределения между двумя несмешиваемыми жидкостями	5	Проработка лекционного материала, чтение учебников, написание конспекта, подготовка к лабораторной работе, оформление отчета по лабораторной работе, выполнение индивидуального расчетного задания	ОПК-1 ОПК-2 ПК-11 ПК-12
13.Понижение температуры замерзания и повышение температуры кипения разбавленных растворов.	8	Проработка лекционного материала, чтение учебников, написание конспекта, подготовка к лабораторной работе, оформление отчета по лабораторной работе, подготовка к защите отчета по лабораторной работе, выполнение индивидуального расчетного задания	ОПК-1 ОПК-2 ПК-11 ПК-12
14. Расчет свойств растворов электролитов	8	Проработка лекционного материала, чтение учебников, написание конспекта, подготовка к лабораторной работе, оформление отчета по лабораторной работе, подготовка к защите отчета по лабораторной работе, выполнение индивидуального расчетного задания	ОПК-1 ОПК-2 ПК-11 ПК-12

15. Особенности электропроводности в неводных растворах. Расчет степени и константы диссоциации, электропроводности и других параметров растворов электролита	8	Проработка лекционного материала, написание конспекта, выполнение индивидуального расчетного задания подготовка к лабораторной работе, оформление отчета по лабораторной работе, подготовка к защите отчета по лабораторной работе подготовка к тестированию по теме раздела	ОПК-1 ОПК-2 ПК-11 ПК-12
16. Электродные равновесия. Электрохимические элементы. Механизм возникновения скачка потенциала на границе раздела фаз. Двойной электрический слой и его строение. Типы электродов. Стандартный электродный потенциал. Термодинамика гальванического элемента	8/12	Проработка лекционного материала, написание конспекта, выполнение индивидуального расчетного задания подготовка к лабораторной работе, оформление отчета по лабораторной работе, подготовка к защите отчета по лабораторной работе	ОПК-1 ОПК-2 ПК-11 ПК-12
17. Гальванический элемент и электродвижущая сила элемента. Типы гальванических элементов. Уравнение Нернста. Расчет ЭДС и потенциалов электродов по уравнению Нернста.	8	Проработка лекционного материала, чтение учебников, написание конспекта, подготовка к лабораторной работе, оформление отчета по лабораторной работе, выполнение индивидуального расчетного задания подготовка к тестированию по теме раздела	ОПК-1 ОПК-2 ПК-11 ПК-12
18. Основы формальной кинетики. Основные постулаты. Скорость и константа скорости реакции. Молекулярность и порядок реакции. Кинетические уравнения скорости односторонних реакций первого, второго, третьего порядков	8	Проработка лекционного материала, чтение учебников, написание конспекта, подготовка к лабораторной работе, оформление отчета по лабораторной работе, выполнение индивидуального расчетного задания	ОПК-1 ОПК-2 ПК-11 ПК-12
19. Кинетика сложных: параллельных, последовательных, обратимых и сопряженных реакции. Расчет констант скорости и определение порядка реакций	8	Проработка лекционного материала, написание конспекта, выполнение индивидуального расчетного задания подготовка к лабораторной работе, оформление отчета по лабораторной работе, подготовка к тестированию по теме раздела	ОПК-1 ОПК-2 ПК-11 ПК-12
20. Зависимость скорости реакции от температуры и теории кинетики. Правило Вант-Гоффа. Уравнение Аррениуса. Понятие энергии активации.	8	Проработка лекционного материала, написание конспекта, выполнение индивидуального расчетного задания, подготовка к лабораторной работе, оформление отчета по лабораторной работе,	ОПК-1 ОПК-2 ПК-11 ПК-12
21. Кинетика гетерогенных процессов. Стадии гетерогенного процесса, понятие лимитирующей стадии. Скорость гетерогенных реакций, зависимость от температуры	8	Проработка лекционного материала, написание конспекта, выполнение индивидуального расчетного задания подготовка к лабораторной работе, оформление отчета по лабораторной работе, подготовка к тестированию по теме раздела	ОПК-1 ОПК-2 ПК-11 ПК-12

<p>22. Катализ. Общие закономерности. Активность, специфичность и селективность катализаторов. Влияние катализаторов на энергию активации. Кинетика гомогенных каталитических реакций. Кислотно-основной катализ. Гетерогенный катализ.</p>	<p>9/8</p>	<p>Проработка лекционного материала, чтение учебников, написание конспекта, подготовка к лабораторной работе, оформление отчета по лабораторной работе, выполнение индивидуального расчетного задания, подготовка к тестированию по теме раздела</p>	<p>ОПК-1 ОПК-2 ПК-11 ПК-12</p>
---	------------	--	--

## 9. Использование рейтинговой системы оценки знаний

При оценке результатов деятельности студентов в рамках дисциплины «Физическая химия» используется рейтинговая система на основании «Положения о балльно-рейтинговой системе оценки знаний студентов и обеспечения качества учебного процесса» (Утверждено решением УМК Ученого совета ФГБОУ ВПО «КНИТУ», протокол №12 от 24 октября 2011 г.). Рейтинговая оценка формируется на основании текущего и промежуточного контроля. Максимальное и минимальное количество баллов по различным видам учебной работы описано в положении о рейтинговой системе.

При изучении дисциплины «Физическая химия» в 4 семестре предусматривается экзамен, выполнение двенадцати лабораторных работ, два коллоквиума, выполнение одной расчетной работы и одного теста.

При изучении дисциплины «Физическая химия» в 5 семестре предусматривается выполнение девяти лабораторных работ, четырех коллоквиумов, двух расчетных работ, двух тестов, проведение двух собеседований. За эти контрольные точки студент может получить минимальное и максимальное количество баллов (см. таблицу).

За экзамен студент может получить минимум 24 балла и максимум – 40 баллов.

### 4 семестр

<i>Оценочные средства</i>	<i>Кол-во</i>	<i>Min, баллов</i>	<i>Max, баллов</i>
<i>Лабораторная работа</i>	<i>12</i>	<i>12</i>	<i>24</i>
<i>Коллоквиум</i>	<i>2</i>	<i>10</i>	<i>14</i>
<i>Расчетная работа (разноуровневые задачи и задания)</i>	<i>1</i>	<i>9</i>	<i>12</i>
<i>Тест</i>	<i>1</i>	<i>5</i>	<i>10</i>
<i>Экзамен</i>		<i>24</i>	<i>40</i>
<i>Итого:</i>		<i>60</i>	<i>100</i>

### 5 семестр

<i>Оценочные средства</i>	<i>Кол-во</i>	<i>Min, баллов</i>	<i>Max, баллов</i>
<i>Лабораторная работа</i>	<i>9</i>	<i>9</i>	<i>18</i>
<i>Коллоквиум</i>	<i>4</i>	<i>10</i>	<i>14</i>
<i>Расчетная работа (разноуровневые задачи и задания)</i>	<i>2</i>	<i>9</i>	<i>12</i>
<i>Тест</i>	<i>2</i>	<i>6</i>	<i>12</i>
<i>Собеседование</i>	<i>2</i>	<i>2</i>	<i>4</i>
<i>Экзамен</i>		<i>24</i>	<i>40</i>
<i>Итого:</i>		<i>60</i>	<i>100</i>

## 10. Информационно - методическое обеспечение дисциплины «Физическая химия»

### 10.1 Основная литература

При изучении дисциплины «Физическая химия» в качестве основных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

Основные источники информации	Количество экземпляров
1. Вишняков, А.В. Физическая химия: учебник / Кизим, Н.Ф. – М.: Химия, 2012. – 840 с.. ISBN: 978-5-98109-094-3	75 экз в УНИЦ КНИТУ
2. Булидорова Г.В. Физическая химия. Книга 1. Основы химической термодинамики. Фазовое равновесие. (Учебник для вузов) / Г.В. Булидорова, Ю.Г. Галяметдинов, Х.М. Ярошевская, В.П. Барабанов – М.: «КДУ», «Университетская книга», – 2016. – 516с. ISBN: 978-5-91304-599-7; ISBN: 978-5-91304-600-0 Книга-1	200 экз в УНИЦ КНИТУ В ЭБ УНИЦ КНИТУ: <a href="http://ft.kstu.ru/ft/Bulidorova-fizicheskava_khimiva_kn1.pdf">http://ft.kstu.ru/ft/Bulidorova-fizicheskava_khimiva_kn1.pdf</a> Доступ с IP адресов КНИТУ
3. Булидорова Г.В. Физическая химия. Книга 2. Электрохимия. Химическая кинетика. (Учебник для вузов) / Г.В. Булидорова, Ю.Г. Галяметдинов, Х.М. Ярошевская, В.П. Барабанов – М.: «КДУ», «Университетская книга», – 2016. – 456с. ISBN: 978-5-91304-599-7; ISBN: 978-5-91304-601-7 Книга-2	200 экз в УНИЦ КНИТУ В ЭБ УНИЦ КНИТУ: <a href="http://ft.kstu.ru/ft/Bulidorova-fizicheskava_khimiva_kn2.pdf">http://ft.kstu.ru/ft/Bulidorova-fizicheskava_khimiva_kn2.pdf</a> Доступ с IP адресов КНИТУ
4. Булидорова, Г.В. Физическая химия/ Барабанов, В.П.; Галяметдинов, Ю.Г.; Ярошевская, Х.М.- Казань: Изд-во КНИТУ, 2012.- 392с. ISBN: 978-5-7882-1367-5.	70 экз. в УНИЦ КНИТУ В ЭБ УНИЦ КНИТУ: <a href="http://ft.kstu.ru/ft/bulidorova-fizicheskava.pdf">http://ft.kstu.ru/ft/bulidorova-fizicheskava.pdf</a> Доступ с IP адресов КНИТУ
5. Горшков В.И., Кузнецов И.А, Основы физической химии: учебник -М.: Мир, Бином. Лаборатория знаний, 2011 -408 с. ISBN: 978-5-9963-0546-9	200 экз в УНИЦ КНИТУ
6. Булидорова, Г.В. Определение порядка, константы скорости и энергии активации элементарных реакций. (Уч. пособие)/ Галяметдинов, Ю.Г., Князев, А.А., Молостова, Е.Ю., Галеева, А.И., Осипова, В.В. – Казань: Изд-во КНИТУ, 2015. -84 с.. ISBN: 978-5-7882-1681-2.	70 экз. в УНИЦ КНИТУ В ЭБ УНИЦ КНИТУ: <a href="http://ft.kstu.ru/ft/Bulidorova-opredelenie_porvadka.pdf">http://ft.kstu.ru/ft/Bulidorova-opredelenie_porvadka.pdf</a> Доступ с IP адресов КНИТУ
7. Булидорова, Г.В. Кинетика сложных реакций (Уч. пособие) / Романова, К.А., Галяметдинов, Ю.Г.. – Казань: Изд-во КНИТУ, 2016. -88 с.. ISBN: 978-5-7882-1919-6.	66 экз. в УНИЦ КНИТУ В ЭБ УНИЦ КНИТУ: <a href="http://ft.kstu.ru/ft/Bulidorova-kmetika_slozhnikh_reaktsii.pdf">http://ft.kstu.ru/ft/Bulidorova-kmetika_slozhnikh_reaktsii.pdf</a> Доступ с IP адресов КНИТУ
8. Билалов, А.В. Коллигативные свойства растворов (Уч. пособие) / Булидорова, Г.В., Крупин, С.В.. – Казань: Изд-во КНИТУ, 2016. -116 с.. ISBN: 978-5-7882-1894-6.	66 экз. в УНИЦ КНИТУ В ЭБ УНИЦ КНИТУ: <a href="http://ft.kstu.ru/ft/Bilalov-kolligativnie_svoistva_rastvorov.pdf">http://ft.kstu.ru/ft/Bilalov-kolligativnie_svoistva_rastvorov.pdf</a> Доступ с IP адресов КНИТУ
9. Селиванова, Н.М. Физическая химия (Уч. пособие) / Павличенко, Л.А., Булидорова, Г.В., Проскурина, В.Е., Галяметдинов, Ю.Г.- Казань: Изд-во КНИТУ, 2016. -188 с.. ISBN: 978-5-7882-2009-3.	66 экз. в УНИЦ КНИТУ В ЭБ УНИЦ КНИТУ: <a href="http://ft.kstu.ru/ft/Selivanova-Fizicheskava_khimiva.PDF">http://ft.kstu.ru/ft/Selivanova-Fizicheskava_khimiva.PDF</a> Доступ с IP адресов КНИТУ

## 10.2 Дополнительная литература

В качестве дополнительных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

Дополнительные источники информации	Количество экземпляров
1. Эткинс, Питер. Физическая химия/ де Паула, Джулио.- М.:Мир,2007.- 494 с.. ISBN: 5-03-003786-1.	3 экз в УНИЦ КНИТУ
2. Пригожин, И.Р. Химическая термодинамика/ Дефей, Р..- М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. – 533 с. ISBN: 978-5-9963-0201-7	3 экз в УНИЦ КНИТУ
3. Булидорова, Г.В., Теоретические представления химической кинетики: (Индивидуальные задания для СРС)/ Булидорова, Г.В, Осипова, В.В. Галяметдинов, Ю.Г., – Казань: Изд-во КГТУ, 2010. - 24 с.	140 экз. на кафедре 10 экз. в УНИЦ КНИТУ В ЭБ УНИЦ КНИТУ: <a href="http://ft.kstu.ru/ft/978-5-7882-XXX-Bulldorova_Osipova_Galvamedimov-TPHK.pdf">http://ft.kstu.ru/ft/978-5-7882-XXX-Bulldorova_Osipova_Galvamedimov-TPHK.pdf</a> Доступ с IP адресов КНИТУ
4. Павличенко, Л.А. Термический анализ двухкомпонентных систем. (Учеб.-мет. пособие) / Булидорова, Г.В., Галяметдинов, Ю.Г.- Казань: Изд-во КНИТУ, 2013. – 104 с.. ISBN: 978-5-7882-1379-8.	120 экз. на кафедре 10 экз. в УНИЦ КНИТУ В ЭБ УНИЦ КНИТУ: <a href="http://ft.kstu.ru/ft/pavlichenko-termicheskiv.pdf">http://ft.kstu.ru/ft/pavlichenko-termicheskiv.pdf</a> Доступ с IP адресов КНИТУ
5. Шилова, С.В. Химическая термодинамика. (Метод. руководство к практич. занятиям) / Проскурина, В.Е.. Булидорова, Г.В.. Павличенко, Л.А., Галяметдинов, Ю.Г. – Казань: Изд-во КГТУ, 2009. - 128 с.	180 экз. на кафедре 12 экз. в УНИЦ КНИТУ В ЭБ УНИЦ КНИТУ: <a href="http://ft.kstu.ru/ft/978-5-7882-XXX-Shilova_himicheskaya-termodinamika.pdf">http://ft.kstu.ru/ft/978-5-7882-XXX-Shilova_himicheskaya-termodinamika.pdf</a> Доступ с IP адресов КНИТУ
6. Павличенко, Л.А. Основы термохимии. 1 закон термодинамики. (Индивид. задания для практических занятий) / Юсупова, Р.И. – Казань: Изд-во КНИТУ, 2014. - 44 с	70 экз. на кафедре 10 экз. в УНИЦ КНИТУ В ЭБ УНИЦ КНИТУ: <a href="http://ft.kstu.ru/ft/Pavlichenko-osnovy_termokhimii.pdf">http://ft.kstu.ru/ft/Pavlichenko-osnovy_termokhimii.pdf</a> Доступ с IP адресов КНИТУ
7. Абдуллазянова Г.Г., Фазовые равновесия. Равновесие «кристаллы-расплав» в двухкомпонентных системах (Методические указания к практическим занятиям)/ Абдуллазянова Г.Г., Добрынина А.Ф. -Казань: Изд-во КНИТУ, 2012. -40 с.	120 экз. на кафедре 11 экз. в УНИЦ КНИТУ В ЭБ УНИЦ КНИТУ: <a href="http://ft.kstu.ru/ft/abdullazyanova-fazovye-kristally.pdf">http://ft.kstu.ru/ft/abdullazyanova-fazovye-kristally.pdf</a> Доступ с IP адресов КНИТУ
8. Абдуллазянова Г.Г., Фазовые равновесия. Равновесие «жидкость-пар» в двухкомпонентных системах (Методические указания к практическим занятиям)/ Абдуллазянова Г.Г., Добрынина А.Ф. -Казань: Изд-во КНИТУ, 2012. -40 с.	120 экз. на кафедре 9 экз. в УНИЦ КНИТУ В ЭБ УНИЦ КНИТУ: <a href="http://ft.kstu.ru/ft/abdullazyanova-fazovye-zhitkost.pdf">http://ft.kstu.ru/ft/abdullazyanova-fazovye-zhitkost.pdf</a> Доступ с IP адресов КНИТУ
9. Булидорова, Г.В., Парциальные молярные величины: (Метод. указания к лаб. работе) / Булидорова, Г.В., Галяметдинов, Ю.Г., – Казань: Изд-во КГТУ, 2007. – 32 с.	120 экз. на кафедре 10 экз. в УНИЦ КНИТУ
10. Селиванова, Н.М., Термохимия, (Метод. указания к лаб. работе)/ В.Е. Проскурина, Л.А.Павличенко, Ю.Г.Галяметдинов – Казань: Изд-во Казан. гос. технол. ун-та. 2007. – 40с	60 экз. на кафедре 10 экз. в УНИЦ КНИТУ

11. Селиванова, Н.М. Калориметрическое измерение тепловых эффектов химических реакций и физико-химических процессов (Метод. указания к лаб. работе) / Селиванова, Н.М. Князев, А.А., Галяметдинов, Ю.Г., – Казань: Изд-во КГТУ, 2009. – 40 с.	100 экз. на кафедре 11 экз. в УНИЦ КНИТУ В ЭБ УНИЦ КНИТУ: <a href="http://ft.kstu.ru/ft/978-5-7882-XXX-Selivanova_kalorimetr-izmerenye.pdf">http://ft.kstu.ru/ft/978-5-7882-XXX-Selivanova_kalorimetr-izmerenye.pdf</a> Доступ с IP адресов КНИТУ
12. Булидорова, Г.В. Кинетика реакции гидролиза сложных эфиров. (Метод указания к лаб. работе) /Осипова, В.В., Выжимов, Ю.М. Галяметдинов, Ю.Г.– Казань: Изд-во КГТУ, 2010. - 52 с.	50 экз. на кафедре 10 экз. в УНИЦ КНИТУ
13 Выжимов, Ю.М. Числа переноса и методы их определения.(Метод указания к лаб. работе)/ Осипова, В.В., Булидорова, Г.В. Казань:Изд-во КНИТУ,2016 – 20 с.	70 экз. на кафедре 10 экз. в УНИЦ КНИТУ В ЭБ УНИЦ КНИТУ: <a href="http://ft.kstu.ru/ft/Vizhimov-chisla_perenosa.pdf">http://ft.kstu.ru/ft/Vizhimov-chisla_perenosa.pdf</a> Доступ с IP адресов КНИТУ
14. Булидорова, Г.В. Криометрическое определение молекулярной массы и степени диссоциации электролитов. (Метод указания к лаб. работе) / Романова, К.А., Галяметдинов, Ю.Г. – Казань: Изд-во КНИТУ, 2015. – 24 с.	70 экз. на кафедре 10 экз. в УНИЦ КНИТУ В ЭБ УНИЦ КНИТУ: <a href="http://ft.kstu.ru/ft/Bulidorova-kriometricheskoe_opredelenie_elektrolitov.pdf">http://ft.kstu.ru/ft/Bulidorova-kriometricheskoe_opredelenie_elektrolitov.pdf</a> Доступ с IP адресов КНИТУ
15. Павличенко. Л.А. Растворы электролитов. Электрическая проводимость растворов электролитов. (Метод указания к лаб. работам) / Юсупова, Р.И., Горелова, Е.Г., Выжимов, Ю.М – Казань: Изд-во КГТУ, 2008. - 36 с.	100 экз. на кафедре 10 экз. в УНИЦ КНИТУ
16. Выжимов, Ю.М. Электродвижущие силы гальванических элементов. (Метод указания к лаб. работе) / Шамилов, Р.Р., Коноплева, А.А. – Казань: Изд-во КНИТУ, 2014. - 24 с.	60 экз. на кафедре 10 экз. в УНИЦ КНИТУ В ЭБ УНИЦ КНИТУ: <a href="http://ft.kstu.ru/ft/Vyzhimov-elektrodivizhushchie.pdf">http://ft.kstu.ru/ft/Vyzhimov-elektrodivizhushchie.pdf</a> Доступ с IP адресов КНИТУ
17. Шамилов, Р.Р. Кинетика гетерогенных каталитических реакций. (Метод указания к лаб. работам) / Юсупова, Р.И., Кадкин, О.Н., Хусаинов, М.А. – Казань: Изд-во КНИТУ, 2014. - 32 с.	65 экз. на кафедре 10 экз. в УНИЦ КНИТУ В ЭБ УНИЦ КНИТУ: <a href="http://ft.kstu.ru/ft/Vyzhimov-elektrodivizhushchie.pdf">http://ft.kstu.ru/ft/Vyzhimov-elektrodivizhushchie.pdf</a> Доступ с IP адресов КНИТУ
18. Павличенко, Л.А. Потенциометрическое определение констант гидролиза и диссоциации. (Метод указания к лаб. работам) / Молостова Е.Ю., Осипова В.В. – Казань: Изд-во КНИТУ, 2016. – 56 с.	170 экз. на кафедре 10 экз. в УНИЦ КНИТУ В ЭБ УНИЦ КНИТУ: <a href="http://ft.kstu.ru/ft/Pavlichenko-potentsiometricheskoe_opredelenie_konstant.pdf">http://ft.kstu.ru/ft/Pavlichenko-potentsiometricheskoe_opredelenie_konstant.pdf</a> Доступ с IP адресов КНИТУ

### 10.3 Электронные источники информации

При изучении дисциплины **«Физическая химия»** в качестве электронных источников информации рекомендуется использовать следующие источники:

1. <http://ruslan.kstu.ru/> -Электронный каталог УНИЦ КНИТУ
2. <http://ft.kstu.ru/> ft – Электронная библиотека УНИЦ КНИТУ
3. <http://e.lanbook.com/book/5857>-ЭБС «Лань»
4. <http://knigafund.ru> -ЭБС «Книгафонд»
5. <http://biblio-online.ru> -ЭБС «Юрайт»

6. <http://himus.umi.ru/> - Образовательный портал по химии «НIMUS»  
7. <http://www.rsl.ru> - Российская Государственная библиотека  
8. <http://www.nlr.ru> 8101/poisk/ - Российская национальная библиотека  
9. <http://elibrary.ru>- Научная Электронная Библиотека (НЭБ):  
Доступ из любой точки интернет свободный.

Согласовано:

Зав. сектором ОКУФ



И.И. Усольцева

## **11. Оценочные средства для определения результатов освоения дисциплины «Физическая химия»**

Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации обучающихся и итоговой (государственной итоговой) аттестации разрабатываются согласно положению о Фондах оценочных средств, рассматриваются как составная часть рабочей программы и оформляются отдельным документом.

## **12. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

### **1. Лекционные занятия:**

а. аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер, лазерная указка)

б. комплект электронных презентаций/слайдов,

### **2. Практические и лабораторные занятия:**

а. компьютерный класс с доступом в Интернет,

б. презентационная техника (проектор, экран, компьютер),

в. пакеты ПО общего назначения (текстовый редактор Microsoft Word 2010, графический редактор Paint, программа для работы с электронными таблицами Microsoft Excel 2010, программа для создания презентаций Microsoft PowerPoint 2010),

г. пакеты ПО специального назначения – система Moodle для управления учебным процессом, предназначенная для использования в сети Интернет.

### **3. Лабораторные работы:**

а. Учебная лаборатория Физической химии, оснащенная компьютерными учебными комплексами «Химия», сахариметрами, термометрами Бекмана, рН-метрами, кондуктометрами, потенциометрами, термометрами, рефрактометрами, поляриметрами, термостатами, калориметрами, приборами Свентославского, водяными банями, установками для титрования, весами электронными, набором электродов, химической посуды и реактивов.

б. шаблоны отчетов по лабораторным работам.

### **4. Прочее:**

а. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет,

б. рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

## **13. Образовательные технологии**

Для достижения планируемых результатов обучения, в дисциплине «Физическая химия» используются различные образовательные технологии.

**Информационно-развивающие технологии**, направленные на овладение большим запасом знаний, запоминание и свободное оперирование ими.

Используется лекционно-семинарский метод, самостоятельное изучение литературы, применение новых информационных технологий для самостоятельного пополнения знаний, включая использование технических и электронных средств информации, таких как доступ через глобальную сеть Интернет к электронным библиотечным ресурсам, патентный поиск;

**Развивающие проблемно-ориентированные технологии**, направленные на формирование и развитие проблемного мышления, мыслительной активности, способности проблемно мыслить, видеть и формулировать проблемы, выбирать способы и средства для их решения. При этом используются следующие уровни сложности и самостоятельности: проблемное изложение учебного материала преподавателем; создание преподавателем проблемных ситуаций.

Используемые **в лекционном курсе** инновационные образовательные технологии: лекция – пресс-конференция, проблемная лекция, лекция с заранее запланированными ошибками.

**Лекция - пресс-конференция** «Коллигативные свойства растворов».

В начале лекции преподаватель называет тему и просит студентов письменно задавать ему вопросы по теме «свойства растворов». Каждый студент в течение 2-3 минут формулирует наиболее интересующие его вопросы, пишет их на листке бумаги и передает преподавателю. Преподаватель в течение 3-5 минут сортирует вопросы по их содержанию и начинает читать лекцию. Изложение материала преподносится в виде связного раскрытия темы, а не как ответ на каждый заданный вопрос, но в процессе лекции формулируются соответствующие ответы. В завершение

лекции преподаватель проводит итоговую оценку вопросов, обсуждая интересы студентов и выявляя их знания.

**Проблемная лекция.** «Химическое равновесие и способы его смещения».

Для создания проблемной ситуации студентам предлагаются ситуация на производстве, требующая вмешательства инженера-технолога. Предлагается предложить различные пути выхода из создавшегося противоречия сделать выбор между ними. В процессе обсуждения выделяется главная цель термодинамики: предсказание направления протекания процессов и описание состояния равновесия.

**Лекция с заранее запланированными ошибками** «Современные химические источники тока». В лекционный материал сознательно заложено восемь ошибок содержательного характера. Подбираются наиболее часто допускаемые ошибки, которые делают как студенты, так и преподаватели в ходе чтения лекции. Список ошибок преподаватель приносит на лекцию и знакомит с ними студентов только в конце лекции. Задача студентов заключается в том, чтобы по ходу отмечать в конспекте замеченные ошибки и назвать их в конце лекции. На разбор ошибок отводится 10-15 минут, в ходе которого преподавателем, студентами или совместно даются правильные ответы на вопросы.

Используемые в ходе **практических занятий** интерактивные формы обучения и инновационные образовательные технологии: разбор конкретных проблемных ситуаций; семинар-дискуссия, включающий доклады студентов и их обсуждение, мозговой штурм.

Используемые в ходе **лабораторных занятий** интерактивные формы обучения и инновационные образовательные технологии: разбор конкретных ситуаций; метод проблемного обучения, работа в команде, мозговой штурм, учебно-деловая игра.

**Деятельностные практико-ориентированные технологии**, направленные на формирование системы профессиональных практических умений при проведении экспериментальных исследований. Реализуются в ходе подготовки, выполнения и обсуждения лабораторных работ.

**Личностно-ориентированные технологии обучения**, обеспечивающие в ходе учебного процесса учет различных способностей обучаемых, создание необходимых условий для развития их индивидуальных способностей, развитие активности личности в учебном процессе.

Личностно-ориентированные технологии обучения реализуются в результате индивидуального общения преподавателя и студента на занятиях, при выполнении и сдаче домашних индивидуальных расчетных заданий, при подготовке и защите индивидуальных отчетов по лабораторным работам, при обсуждении докладов и рефератов.

Общее количество занятий, проводимых в интерактивной форме, составляет 43 часа.

### Лист переутверждения рабочей программы

Рабочая программа по дисциплине «Физическая химия» пересмотрена на заседании кафедры Физической и коллоидной химии

№ п/п	Дата переутверждения РП (протокол заседания кафедры №__от __. __. 20__)	Наличие изменений	Наличие изменений в списке литературы	Подпись разработчика РП	Подпись заведующего кафедрой	Подпись начальника УМЦ/ОМг/ОАиД