


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  
  
«27» 11 2017 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

По дисциплине Б1.В.ОД.4, Б1.В.ОД.5 "Физическая химия"

**Направление подготовки** 15.03.02 «Технологические машины и оборудование»  
**Профиль подготовки:** «Технологическое оборудование химических и нефтехимических производств», «Оборудование нефтегазопереработки».  
**Квалификация выпускника** бакалавр  
**Форма обучения** очная  
**Институт, факультет** ИХНМ, МФ  
**Кафедра-разработчик рабочей программы** Кафедра Физической и коллоидной химии  
**Курс, семестр** 2, 4

	Часы	Зачетные единицы
Лекции	12	0,33
Практические занятия	-	
Семинарские занятия	-	
Лабораторные занятия	24	0,67
Самостоятельная работа	72	2
Форма аттестации- зачет в 4 семестре		
Всего	108	3

Казань, 2017 г.

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования № 1170 от 20.10.2015

**по направлению:** 15.03.02 «Технологические машины и оборудование»

**для профилей подготовки:** «Технологическое оборудование химических и нефтехимических производств»; «Оборудование нефтегазопереработки», на основании утверждённых учебных планов набора обучающихся 2014, 2015, 2016, 2017 г.г.

Разработчики программы:  
доцент кафедры ФКХ



Осипова В.В.

старш. преподаватель



Павличенко Л.А.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ФКХ, протокол от «19» 10 2017 г. № 2

Зав. кафедрой, профессор



Галяметдинов Ю.Г.

### СОГЛАСОВАНО

Протокол заседания методической комиссии механического факультета от «20» 11 2017 г. № 8

Председатель комиссии, доцент



Гаврилов А.В.

### УТВЕРЖДЕНО

Протокол заседания методической комиссии института Полимеров от «22» 11 2017 г. № 3

Председатель комиссии, профессор



Х.М. Ярошевская

Начальник УМЦ, доцент



Китаева Л.А.

## **1. Цели освоения дисциплины «Физическая химия»**

Дисциплина Б1.В.ОД.4, Б1.В.ОД.5 «Физическая химия» лежит в основе общетеоретической подготовки бакалавра. Устанавливая общие законы физико-химических процессов, физическая химия является теоретическим обобщением неорганической, органической, аналитической химии и в то же время – фундаментом всех отраслей химической технологии, в том числе и технологии оборудования химических, нефтехимических производств и нефтегазопереработки.

*Целями освоения дисциплины «Физическая химия» являются:*

- а) овладение знаниями в области теории химических процессов и основными методами физико-химического эксперимента,*
- б) овладение навыками применения теоретических законов к решению практических вопросов в области технологических машин и оборудования.*

## **2. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина Б1.В.ОД.4, Б1.В.ОД.5 «Физическая химия» относится к *вариативной* части ОП и формирует у бакалавров по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» набор знаний, умений, навыков и компетенций. Для успешного освоения дисциплины «Физическая химия» *бакалавр* по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» должен освоить материал *предшествующих дисциплин:*

- а) Математика,*
- б) Физика,*
- в) Химия,*
- г) Материаловедение.*

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

- а) Электротехника и электроника,*
- б) Основы электрохимии и защита от коррозии,*
- в) Химия нефти и газа,*
- г) Общая химическая технология,*
- д) Теплообмен,*
- е) Термодинамика*
- ж) Обработка экспериментальных данных*
- з) Машины и аппараты химических производств.*

Знания, полученные при изучении дисциплины «Физическая химия» могут быть использованы при прохождении *учебной, производственной и преддипломной практик* и выполнении *выпускных квалификационных работ*, могут быть использованы в *научно-исследовательской, проектно-конструкторской и производственно-технологической* деятельности по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование».

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

ОПК-4 Пониманием сущности и значения информации в развитии современного общества, способностью получать и обрабатывать информацию из различных источников, готовностью интерпретировать, структурировать и оформлять информацию в доступном для других виде.

ОПК-5 Способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности.

ПК-4 Способностью участвовать в работе над инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности.

***В результате освоения дисциплины обучающийся должен:***

**1) Знать:**

- а) начала термодинамики и основные уравнения химической термодинамики;
- б) методы термодинамического описания химических и фазовых равновесий в одно- и многокомпонентных системах;
- в) термодинамику растворов электролитов и электрохимических систем;
- г) уравнения формальной кинетики и кинетики сложных, цепных, гетерогенных и фотохимических реакций;
- д) основные теории катализа.

**2) Уметь:**

- а) определять термодинамические характеристики химических реакций и равновесные концентрации веществ,
- б) использовать основные химические законы, термодинамические справочные данные и количественные соотношения неорганической химии для решения профессиональных задач;
- в) прогнозировать влияние различных факторов на равновесие в химических реакциях;
- г) определять направленность процесса в заданных начальных условиях;
- д) устанавливать границы областей устойчивости фаз в однокомпонентных и бинарных системах;
- е) определять составы сосуществующих фаз в бинарных гетерогенных системах;
- ж) составлять кинетические уравнения в дифференциальной и интегральной формах для кинетически простых реакций и прогнозировать влияние температуры на скорость процесса.

**3) Владеть:**

- а) терминологией современной физико-химической науки;
- б) навыками вычисления тепловых эффектов химических реакций при заданной температуре в условиях постоянства давления или объема;
- в) навыками вычисления констант равновесия химических реакций при заданной температуре; давления насыщенного пара над индивидуальным веществом, состава сосуществующих фаз в двухкомпонентных системах;
- г) методами определения констант скорости реакций различных порядков по результатам кинетического эксперимента;
- д) способностью к систематическому изучению научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта в области технологических машин и оборудования;
- е) знаниями о современных методах исследования в области физической химии и готовностью проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов.

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

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц, 108 часов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы (в часах)				Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по разделам
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	СРС	
1	Основы химической термодинамики; химическое равновесие	4	4	-	8	18	Отчёт по лабораторной работе, коллоквиум,
2	Фазовые равновесия в одно-, двух- и трехкомпонентных системах	4	4	-	4	18	Отчёт по лабораторной работе, контрольная работа (тест)
3	Электрохимические системы	4	2	-	8	18	Отчёт по лабораторной работе, контрольная работа (тест)
4	Химическая кинетика и катализ	4	2	-	4	18	Отчёт по лабораторной работе, коллоквиум, реферат
Форма аттестации						<b>Зачет</b>	

#### 5. Содержание лекционных занятий по темам

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема лекционного занятия	Краткое содержание	Формируемые компетенции
1	Основы химической термодинамики; химическое равновесие	0,5	Предмет и метод термодинамики. Первый закон термодинамики.	Содержание дисциплины «Физическая химия», история, роль и значение. Термодинамические системы и термодинамические переменные, их классификации. Термодинамические процессы. Внутренняя энергия, теплота и работа. Первый закон термодинамики. Работа расширения для различных процессов.	ОПК-4 ОПК-5 ПК-4
		0,5	Закон Гесса. Теплоёмкость.	Закон Гесса, вывод его из первого начала термодинамики, следствия. Энтальпия. Теплота сгорания. Теплота образования. Теплоёмкость. Зависимость теплового эффекта реакции от температуры. Уравнение Кирхгоффа в дифференциальной и	ОПК-4 ОПК-5 ПК-4-

				интегральной формах и его анализ.	
		0,5	Второй закон термодинамики	Второй закон термодинамики и его различные формулировки. Уравнение второго начала термодинамики для обратимых и необратимых процессов. Энтропия как критерий направленности самопроизвольных процессов и равновесия в изолированных системах. Объединенное выражение первого и второго начал термодинамики для систем постоянного состава.	ОПК-4 ОПК-5 ПК-4
		0,5	Характеристические термодинамические функции. Химический потенциал.	Функции Гельмгольца и Гиббса как критерии направленности процесса и равновесия в закрытых системах. Уравнение Гиббса-Гельмгольца. Понятие химического потенциала. Химический потенциал идеального газа. Понятия фугитивности и активности.	ОПК-4 ОПК-5 ПК-4
2		2	<b>Проблемная лекция</b> «Химическое равновесие и способы его смещения»	Химическое равновесие – условия и критерии. Принцип Ле-Шателье. Закон действующих масс. Константа равновесия. Различные способы выражения константы равновесия. Методы расчёта констант равновесия. Зависимость константы равновесия от температуры. Уравнение изотермы химической реакции. Уравнения изобары и изохоры химической реакции.	ОПК-4 ОПК-5 ПК-4
3	Фазовые равновесия в одно-, двух- и трехкомпонентных системах	1	Фазовые равновесия. Однокомпонентные системы.	Понятия фаза, компонент системы, независимый компонент, степень свободы. Правило фаз Гиббса. Уравнение Клапейрона - Клаузиуса и его применение к различным фазовым равновесиям. Диаграмма состав – свойство. Однокомпонентные системы.	ОПК-4 ОПК-5 ПК-4
		1	Двухкомпонентные системы. Равновесие жидкость-пар	Давление насыщенного пара жидких растворов. Закон Рауля и закон Генри. Идеальные и неидеальные растворы. Равновесие жидкость-пар в двухкомпонентной системе, компоненты которой взаимно растворимы. Законы Коновалова. Азеотропные смеси. Равновесные составы пара и жидкости. Фазовые диаграммы: давление – состав, температура – состав. Основы фракционной перегонки.	ОПК-4 ОПК-5 ПК-4
4		2	<b>Лекция - пресс-конференция</b> «Двухкомпонентные системы». Равновесие кристаллы-	Равновесие кристаллы-расплав. Термический анализ. Типы диаграмм состояния (плавкости) двухкомпонентных систем и их анализ на основе правила фаз. Бинарные системы с образованием	ОПК-4 ОПК-5 ПК-4

			расплав	эвтектики, химических соединений. Твёрдые растворы.	
5	Электрохимические системы	2	<b><u>Лекция</u></b> <b><u>с</u></b> <b><u>заранее</u></b> <b><u>запланированн</u></b> <b><u>ыми ошибками</u></b> Электролиты. Электродные процессы	Основные положения теории электролитической диссоциации по Аррениусу. Степень диссоциации электролитов. Константа диссоциации слабого электролита. Закон разведения Оствальда. Удельная и эквивалентная электропроводимость и их зависимость от концентрации. Подвижности ионов и закон Кольрауша. Гальванические элементы и электроды. Электродвижущая сила гальванического элемента (ЭДС). Понятие электродного потенциала. Условный потенциал. Связь ЭДС с функцией Гиббса. Уравнение Нернста.	ОПК-4 ОПК-5 ПК-4
6	Химическая кинетика и катализ	1	Основные понятия и постулаты химической кинетики	Скорость реакции. Порядок реакции. Кинетические кривые. Время полупревращения. Необратимые реакции нулевого, первого и второго порядков. Определение констант скорости из опытных данных. Методы определения порядка реакции и вида кинетического уравнения. Уравнение Аррениуса.	ОПК-4 ОПК-5 ПК-4
		1	Катализ	Определение катализа. Общие принципы катализа. Роль катализа в химии. Примеры механизмов каталитических процессов. Гомогенный катализ. Кислотно-основной катализ. Гетерогенный катализ. Определение скорости гетерогенной каталитической реакции.	ОПК-4 ОПК-5 ПК-4

### 6. Содержание практических занятий

Практические занятия учебным планом не предусмотрены.

### 7. Содержание лабораторных занятий

Лабораторные занятия – по дисциплине «Физическая химия» проводятся в специально оборудованных лабораториях с применением необходимых средств обучения: лабораторного оборудования, образцов для исследований, методических пособий. Цель проведения лабораторных работ по дисциплине «Физическая химия» – приобрести навыки решения комплексных физико-химических задач, проведения измерений и расчётов, осмысления, анализа и защиты полученных результатов, исследования механизмов и условий протекания химических реакций, определения возможности управления сложным физико-химическим процессом.

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Наименование лабораторной работы	Формируемые компетенции
1	Основы химической термодинамики; химическое равновесие	4	Вводное занятие. Определение теплового эффекта химического процесса методом калориметрии.	ОПК-4 ОПК-5 ПК-4

2		4	Изучение химического равновесия в гомогенных системах	ОПК-4 ОПК-5 ПК-4
3	Фазовые равновесия в одно-, двух- и трехкомпонентных системах	4	Термический анализ неизоморфных двухкомпонентных систем.	ОПК-4 ОПК-5 ПК-4
4	Электрохимические системы	4	Определение константы диссоциации слабого электролита методом кондуктометрии.	ОПК-4 ОПК-5 ПК-4
5		4	Определение ЭДС гальванических элементов методом потенциометрии.	ОПК-4 ОПК-5 ПК-4
6	Химическая кинетика и катализ	4	Определение константы скорости гомогенной каталитической реакции.	ОПК-4 ОПК-5 ПК-4

Лабораторные работы проводятся в помещении учебной лаборатории с использованием специального оборудования и компьютерного учебно-лабораторного комплекса (УЛК) «Химия»).

### 8. Самостоятельная работа бакалавра

Самостоятельная работа бакалавра осуществляется при подготовке ко всем видам учебных занятий. Лабораторные занятия и самостоятельная подготовка идут параллельно с лекционным курсом, что позволяет легче понять логику и связь между разными разделами физической химии.

При переработке лекционного материала бакалаврам рекомендуются руководства и пособия, составленные на кафедре, предусматривающие активную проработку теоретического курса. Подготовка к каждому занятию включает написание конспекта по литературным источникам и лекционному материалу.

Домашние задания к каждому занятию предполагают индивидуальный набор задач по изучаемому разделу дисциплины, которые предназначены для развития инженерного мышления и приобретения навыков количественных расчетов важнейших технологических процессов с использованием справочной литературы.

После изучения каждой темы знания обучающихся оцениваются (письменно или с использованием ПК) путем проведения контрольной работы (теста). Самостоятельная подготовка к контрольной работе заключается в повторении пройденного материала с использованием конспектов, отчетов по лабораторным работам, лекций, литературных источников, сети Интернет.

Отчетностью самостоятельной работы студентов является решение индивидуальных заданий, написание конспектов, оформление отчетов по лабораторным работам и подготовка к их защите.

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Формируемые компетенции
1	Основы химической термодинамики; химическое равновесие	18	Подготовка к коллоквиуму, написание конспекта. Выполнение домашнего задания. Подготовка к защите лабораторной работы, оформление отчета.	ОПК-4 ОПК-5 ПК-4
2	Фазовые равновесия в одно-, двух- и трехкомпонентных системах	18	Подготовка к контрольной работе (тесту). Подготовка к защите лабораторной работы, оформление отчета.	ОПК-4 ОПК-5 ПК-4
3	Электрохимические системы	18	Подготовка к защите лабораторной работы, оформление отчета. Подготовка к контрольной работе (тесту).	ОПК-4 ОПК-5 ПК-4
4	Химическая кинетика и катализ	18	Подготовка к коллоквиуму, написание конспекта. Подготовка к защите лабораторной работы, оформление отчета. Написание реферата.	ОПК-4 ОПК-5 ПК-4



## 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» 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.

Изучение дисциплины «Физическая химия» для бакалавров по направлению 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» и профилям подготовки «Технологическое оборудование химических и нефтехимических производств»; «Оборудование нефтегазопереработки» заканчивается зачетом в четвертом семестре.

Оценка по дисциплине в четвертом семестре выставляется в экзаменационную ведомость в баллах текущего рейтинга и в форме: «зачтено» или «не зачтено». Отметка о зачете ставится также в зачетную книжку студента. Значение рейтинга проставляет преподаватель, ведущий лабораторные занятия. *Значение рейтинга  $\geq 60$  баллов служит основанием для получения зачета (при условии выполнения всех контрольных точек).* Минимальное значение – 60 баллов, максимальное – 100 баллов.

В четвертом семестре при изучении дисциплины «Физическая химия» предусмотрены следующие контрольные точки и соответствующие оценочные средства.

<i>Оценочные средства</i>	<i>Количество</i>	<i>Min баллов</i>	<i>Max баллов</i>
<i>Лабораторная работа</i>	<i>6</i>	<i>24</i>	<i>40</i>
<i>Кolloквиум</i>	<i>2</i>	<i>14</i>	<i>20</i>
<i>Реферат.</i>	<i>1</i>	<i>6</i>	<i>20</i>
<i>Контрольная работа (тест)</i>	<i>2</i>	<i>16</i>	<i>20</i>
<i>Итого (Зачёт)</i>		<i>60</i>	<i>100</i>

Суммарный рейтинг за семестр определяется сложением рейтинга за контрольные точки (при выполнении всех контрольных точек). Преподаватель имеет право добавлять студенту поощрительные баллы за выполнение реферата, нетиповых заданий повышенной сложности, участие в олимпиадах, научно-исследовательской работе кафедры, и выполнение других работ, при условии, что общая сумма баллов по дисциплине не превышает 100.

## 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-fizicheskaya_khimiya_kn1.pdf">http://ft.kstu.ru/ft/Bulidorova-fizicheskaya_khimiya_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-fizicheskaya_khimiya_kn2.pdf">http://ft.kstu.ru/ft/Bulidorova-fizicheskaya_khimiya_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-fizicheskaya.pdf">http://ft.kstu.ru/ft/bulidorova-fizicheskaya.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_poryadka.pdf">http://ft.kstu.ru/ft/Bulidorova-opredelenie_poryadka.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-kinetika_slozhnikh_reaktsii.pdf">http://ft.kstu.ru/ft/Bulidorova-kinetika_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-Fizicheskaya_khimiya.PDF">http://ft.kstu.ru/ft/Selivanova-Fizicheskaya_khimiya.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: (Индивидуаль-ные 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-Bulidorova_Osipova_Galyametdinov-ТРНК.pdf">http://ft.kstu.ru/ft/978-5-7882-XXX-Bulidorova_Osipova_Galyametdinov-ТРНК.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-termicheskiy.pdf">http://ft.kstu.ru/ft/pavlichenko-termicheskiy.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 термодинамики. 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 двухкомпо-нентных 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-elektrodvizhushchie.pdf">http://ft.kstu.ru/ft/Vyzhimov-elektrodvizhushchie.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-elektrodvizhushchie.pdf">http://ft.kstu.ru/ft/Vyzhimov-elektrodvizhushchie.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

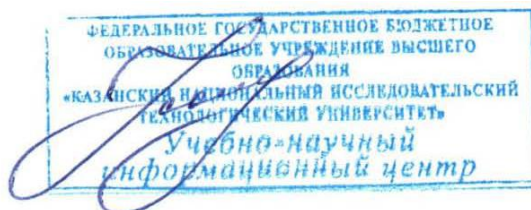
При изучении дисциплины «Физическая химия» в качестве электронных источников информации рекомендуется использовать следующие источники:

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»](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 текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины**

*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:**

- a. комплект электронных презентаций/слайдов,
- b. аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер, лазерная указка).

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

- a. компьютерный класс с доступом в Интернет,
- b. презентационная техника (проектор, экран, компьютер),
- c. 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),
- d. пакеты ПО специального назначения – система Moodle для управления учебным процессом, предназначенная для использования в сети Интернет.

### **3. Лабораторные работы**

- a. Учебная лаборатория Физической химии, оснащенная компьютерными учебными комплексами «Химия», сахариметрами, термометрами Бекмана, рН-метрами, кондуктометрами, термометрами, термостатами, калориметрами, приборами Догадкина, водяными банями, установками для титрования, установками для электрофореза, рефрактометрами, весами аналитическими, набором электродов, химической посуды и реактивов.
- b. шаблоны отчетов по лабораторным работам,

### **4. Прочее**

- a. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет,
- b. 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.

*13.1 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.

*13.2 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: проблемная лекция, лекция с заранее запланированными ошибками.

### 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 «Электролиты и электродные процессы».

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 **лабораторных занятий** интерактивные формы обучения и инновационные образовательные технологии: разбор конкретных ситуаций; работа в команде; мозговой штурм.

При преподавании дисциплины «Физическая химия» занятия в интерактивной форме реализуются в суммарном объеме 22 часа. Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах в учебном процессе составляет не менее 61 процентов аудиторных занятий.

*13.3 Деятельностные практико-ориентированные технологии*, направленные на формирование системы профессиональных практических умений при проведении экспериментальных исследований.

Реализуются в ходе подготовки, выполнения и обсуждения лабораторных работ.

*13.4 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.

Общее количество занятий, проводимых в интерактивной форме, составляет 22 часа.

## Лист переутверждения рабочей программы

Рабочая программа по дисциплине «**Физическая химия**»

пересмотрена на заседании кафедры Физической и коллоидной химии

п/п	Дата переутверждения РП	Наличие изменений	Наличие изменений в списке литературы	Подпись разработчика РП	Подпись заведующего кафедрой	Подпись начальника УМЦ/ОМг/ОАиД
	протокол заседания кафедры №1 от 04.09.2018	<u>нет</u>	<u>Нет/есть*</u>	