

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  
Л.В. Бурмистров  
«24» 09 2018 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

По дисциплине Б 1.В.ОД.4 «Физическая химия»

Направление подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование»

Профили подготовки: «Пищевая инженерия малых предприятий»<sup>1</sup>; «Машины и аппараты пищевых производств»<sup>2</sup>

Квалификация выпускника бакалавр

Форма обучения очная

Институт, факультет ИППБТ, ФПИ

Кафедра-разработчик рабочей программы Физической и коллоидной химии

Курс, семестр 2, 4

|                          | Часы |        | Зачетные единицы |            |
|--------------------------|------|--------|------------------|------------|
|                          | 1    | 2      | 1                | 2          |
| Лекции                   | 9    | 12/18* | 0,25             | 0,33/0,5*  |
| Практические занятия     |      | -      |                  |            |
| Семинарские занятия      |      | -      |                  |            |
| Лабораторные занятия     | 18   | 24/27* | 0,5              | 0,67/0,75* |
| Самостоятельная работа   | 81   | 72/63* | 2,25             | 2/1,75*    |
| Форма аттестации - зачет |      |        |                  |            |
| Всего                    | 108  |        | 3                |            |

\* для набора студентов 2018 г.

Казань, 2018 г.

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

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

**для профилей подготовки:** «Пищевая инженерия малых предприятий; Машины и аппараты пищевых производств», на основании утвержденных учебных планов набора обучающихся 2017, 2018 г.г.

Разработчики программы:

доцент кафедры ФКХ



Осипова В.В.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ФКХ, протокол от «4» сентября 2018 г. № 1

Зав. кафедрой, профессор



Галяметдинов Ю.Г.

## СОГЛАСОВАНО

Протокол заседания методической комиссии ФПИ

от «4» 09 2018 г. № 1

Председатель комиссии, профессор



Поливанов М.А.

## УТВЕРЖДЕНО

Протокол заседания методической комиссии института полимеров

от «4» 09 2018 г. № 1

Председатель комиссии, профессор



Ярошевская Х.М.

Начальник УМЦ, доцент



Китаева Л.А.

### **1. Цели освоения дисциплины**

Дисциплина Б1.В.ОД.4 «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 пищевой инженерии.

Целями освоения дисциплины Б1.В.ОД.4 «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 «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) Аналитическая химия,
- д) Органическая химия.

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

- а) Экология,
- б) Основы электрохимии и защита от коррозии
- в) Техно-химический контроль сырья и готовой продукции,
- г) Безопасность жизнедеятельности,
- д) Биохимия,
- е) Пищевая химия,
- ж) Технология пищевых производств,
- з) Основы научных исследований

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**

ПК-1 Способность к систематическому изучению научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по соответствующему профилю подготовки.

ПК-2 Умение моделировать технические объекты и технологические процессы с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования, готовностью проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов.

**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 concentra-

ции 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.

| №<br>п/<br>п     | Раздел дисциплины                                             | Семестр | Виды учебной работы<br>(в часах) |      |                      |                     |      |     |        |                                                         | Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по разделам |
|------------------|---------------------------------------------------------------|---------|----------------------------------|------|----------------------|---------------------|------|-----|--------|---------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
|                  |                                                               |         | Лекции                           |      | Практические занятия | Лабораторные работы |      | СРС |        |                                                         |                                                                        |
|                  |                                                               |         | 1                                | 2    |                      | 1                   | 2    | 1   | 2      |                                                         |                                                                        |
| 1                | Основы химической термодинамики; химическое равновесие        | 4       | 3                                | 4/5* | -                    | 6                   | 8/8* | 21  | 18/16* | Отчёт по лабораторной работе, коллоквиум,               |                                                                        |
| 2                | Фазовые равновесия в одно-, двух- и трехкомпонентных системах | 4       | 2                                | 4/5* | -                    | 4                   | 4/7* | 20  | 18/16* | Отчёт по лабораторной работе, контрольная работа (тест) |                                                                        |
| 3                | Электрохимические системы                                     | 4       | 2                                | 2/4* | -                    | 4                   | 8/8* | 20  | 18/16* | Отчёт по лабораторной работе, контрольная работа (тест) |                                                                        |
| 4                | Химическая кинетика и катализ                                 | 4       | 2                                | 2/4* | -                    | 4                   | 4/4* | 20  | 18/15* | Отчёт по лабораторной работе, коллоквиум, реферат       |                                                                        |
| Форма аттестации |                                                               |         |                                  |      |                      |                     |      |     |        | Зачет                                                   |                                                                        |

\* для набора студентов 2018 г.

#### 5. Содержание лекционных занятий по темам

| №<br>п/<br>п | Раздел дисциплины                                      | Часы |        | Тема лекционного занятия                                   | Краткое содержание                                                                                                                                                                                                                                                                       | Формируемые компетенции |
|--------------|--------------------------------------------------------|------|--------|------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
|              |                                                        | 1    | 2      |                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                         |
| 1            | Основы химической термодинамики; химическое равновесие | 0,5  | 0,5/1* | 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<br>ОПК-5<br>ПК-4  |
|              |                                                        | 0,5  | 0,5/1* | Закон Гесса. Теплоёмкость.                                 | Закон Гесса, вывод его из первого начала термодинамики, следствия. Энтальпия. Теплота сгорания. Теплота образования. Теплоемкость. Зависимость теплового эффекта реакции от температуры. Уравнение Кирхгоффа в дифференциальной и интегральной формах и его анализ.                      | ОПК-4<br>ОПК-5<br>ПК-4  |

|   |                                                               |     |      |                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                        |
|---|---------------------------------------------------------------|-----|------|--------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|
|   |                                                               | 0,5 | 1/1* | 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<br>ОПК-5<br>ПК-4 |
|   |                                                               | 0,5 | 1/1* | 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<br>ОПК-5<br>ПК-4 |
| 2 |                                                               | 1   | 1/1* | <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<br>ОПК-5<br>ПК-4 |
| 3 | Фазовые равновесия в одно-, двух- и трехкомпонентных системах | 1   | 1/1* | 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<br>ОПК-5<br>ПК-4 |
|   |                                                               |     | 1/2* | 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<br>ОПК-5<br>ПК-4 |
| 4 |                                                               | 1   | 2/2* | <b>Лекция - пресс-конференция</b> «Двухкомпонентные системы». Равновесие кристаллы-расплав | Равновесие кристаллы-расплав. Термический анализ. Типы диаграмм состояния (плавкости) двухкомпонентных систем и их анализ на основе правила фаз. Бинарные системы с образованием эвтектики, химических соединений. Твёрдые растворы.                                                                                                                                     | ОПК-4<br>ОПК-5<br>ПК-4 |

|   |                               |   |      |                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                        |
|---|-------------------------------|---|------|----------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|
| 5 | Электрохимические системы     | 2 | 2/4* | <u>Лекция с заранее запланированными ошибками</u><br>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<br>ОПК-5<br>ПК-4 |
| 6 | Химическая кинетика и катализ | 1 | 1/2* | 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<br>ОПК-5<br>ПК-4 |
|   |                               | 1 | 1/2* | 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<br>ОПК-5<br>ПК-4 |

\* для набора студентов 2018 г.

## 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    | 2    |                                                                                           |                         |
| 1     | Основы химической термодинамики; химическое равновесие | 4    | 4/4* | Вводное занятие. Определение теплового эффекта химического процесса методом калориметрии. | ОПК-4<br>ОПК-5<br>ПК-4  |
| 2     |                                                        | 2    | 4/4* | Изучение химического равновесия в гомогенных системах                                     | ОПК-4<br>ОПК-5<br>ПК-4  |

|   |                                                               |   |      |                                                                                                            |                        |
|---|---------------------------------------------------------------|---|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|
| 3 | Фазовые равновесия в одно-, двух- и трехкомпонентных системах | 4 | 4/7* | Термический анализ неизоморфных двухкомпонентных систем. Термический анализ бинарных систем на УЛК «Химия» | ОПК-4<br>ОПК-5<br>ПК-4 |
| 4 | Электрохимические системы                                     | 2 | 4/4* | Определение константы диссоциации слабого электролита методом кондуктометрии.                              | ОПК-4<br>ОПК-5<br>ПК-4 |
| 5 |                                                               | 2 | 4/4* | Определение ЭДС гальванических элементов методом потенциометрии.                                           | ОПК-4<br>ОПК-5<br>ПК-4 |
| 6 | Химическая кинетика и катализ                                 | 4 | 4/4* | Определение константы скорости гомогенной каталитической реакции.                                          | ОПК-4<br>ОПК-5<br>ПК-4 |

\* для набора студентов 2018 г.

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    | 2      |                                                                                                                                          |                         |
| 1     | Основы химической термодинамики; химическое равновесие        | 21   | 18/16* | Подготовка к коллоквиуму, написание конспекта. Выполнение домашнего задания. Подготовка к защите лабораторной работы, оформление отчета. | ОПК-4<br>ОПК-5<br>ПК-4  |
| 2     | Фазовые равновесия в одно-, двух- и трехкомпонентных системах | 20   | 18/16* | Подготовка к контрольной работе (тесту). Подготовка к защите лабораторной работы, оформление отчета.                                     | ОПК-4<br>ОПК-5<br>ПК-4  |
| 3     | Электрохимические системы                                     | 20   | 18/16* | Подготовка к защите лабораторной работы, оформление отчета. Подготовка к контрольной работе (тесту).                                     | ОПК-4<br>ОПК-5<br>ПК-4  |
| 4     | Химическая кинетика и катализ                                 | 20   | 18/15* | Подготовка к коллоквиуму, написание конспекта. Подготовка к защите лабораторной работы, оформление отчета. Написание реферата.           | ОПК-4<br>ОПК-5<br>ПК-4  |

\* для набора студентов 2018 г.

## 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 «Пищевая инженерия малых предприятий; Машины и аппараты пищевых производств» 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>       | <b>6</b>          | <b>24</b>         | <b>40</b>         |
| <i>Коллоквиум</i>                | <b>2</b>          | <b>14</b>         | <b>20</b>         |
| <i>Реферат.</i>                  | <b>1</b>          | <b>6</b>          | <b>20</b>         |
| <i>Контрольная работа (тест)</i> | <b>2</b>          | <b>16</b>         | <b>20</b>         |
| <b><i>Итого (Зачёт)</i></b>      |                   | <b>60</b>         | <b>100</b>        |

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<br>В ЭБ УНИЦ КНИТУ:<br><a href="http://ft.kstu.ru/ft/Bulidorova-fizicheskaya_khimiya_kn1.pdf">http://ft.kstu.ru/ft/Bulidorova-fizicheskaya_khimiya_kn1.pdf</a><br>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<br>В ЭБ УНИЦ КНИТУ:<br><a href="http://ft.kstu.ru/ft/Bulidorova-fizicheskaya_khimiya_kn2.pdf">http://ft.kstu.ru/ft/Bulidorova-fizicheskaya_khimiya_kn2.pdf</a><br>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<br>В ЭБ УНИЦ КНИТУ:<br><a href="http://ft.kstu.ru/ft/bulidorova-fizicheskaya.pdf">http://ft.kstu.ru/ft/bulidorova-fizicheskaya.pdf</a><br>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<br>В ЭБ УНИЦ КНИТУ:<br><a href="http://ft.kstu.ru/ft/Bulidorova-opredelenie_poryadka.pdf">http://ft.kstu.ru/ft/Bulidorova-opredelenie_poryadka.pdf</a><br>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<br>В ЭБ УНИЦ КНИТУ:<br><a href="http://ft.kstu.ru/ft/Bulidorova-kinetika_slozhnikh_reaktsii.pdf">http://ft.kstu.ru/ft/Bulidorova-kinetika_slozhnikh_reaktsii.pdf</a><br>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<br>В ЭБ УНИЦ КНИТУ:<br><a href="http://ft.kstu.ru/ft/Bilalov-kolligativnie_svoistva_rastvorov.pdf">http://ft.kstu.ru/ft/Bilalov-kolligativnie_svoistva_rastvorov.pdf</a><br>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<br>В ЭБ УНИЦ КНИТУ:<br><a href="http://ft.kstu.ru/ft/Selivanova-Fizicheskaya_khimiya.PDF">http://ft.kstu.ru/ft/Selivanova-Fizicheskaya_khimiya.PDF</a><br>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<br>10 экз. в УНИЦ КНИТУ<br>В ЭБ УНИЦ КНИТУ:<br><a href="http://ft.kstu.ru/ft/978-5-7882-XXX-Bulidорова_Osipova_Galyametdinov-TPHK.pdf">http://ft.kstu.ru/ft/978-5-7882-XXX-Bulidорова_Osipova_Galyametdinov-TPHK.pdf</a><br>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<br>10 экз. в УНИЦ КНИТУ<br>В ЭБ УНИЦ КНИТУ:<br><a href="http://ft.kstu.ru/ft/pavlichenko-termicheskiy.pdf">http://ft.kstu.ru/ft/pavlichenko-termicheskiy.pdf</a><br>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<br>12 экз. в УНИЦ КНИТУ<br>В ЭБ УНИЦ КНИТУ:<br><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><br>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<br>10 экз. в УНИЦ КНИТУ<br>В ЭБ УНИЦ КНИТУ:<br><a href="http://ft.kstu.ru/ft/Pavlichenko-osnovy_termokhimii.pdf">http://ft.kstu.ru/ft/Pavlichenko-osnovy_termokhimii.pdf</a><br>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<br>11 экз. в УНИЦ КНИТУ<br>В ЭБ УНИЦ КНИТУ:<br><a href="http://ft.kstu.ru/ft/abdullazyanova-fazovye-kristally.pdf">http://ft.kstu.ru/ft/abdullazyanova-fazovye-kristally.pdf</a><br>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<br>9 экз. в УНИЦ КНИТУ<br>В ЭБ УНИЦ КНИТУ:<br><a href="http://ft.kstu.ru/ft/abdullazyanova-fazovye-zhitkost.pdf">http://ft.kstu.ru/ft/abdullazyanova-fazovye-zhitkost.pdf</a><br>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<br>10 экз. в УНИЦ КНИТУ                                                                                                                                                                                                                               |
| 10.Селиванова, Н.М., Термохимия, (Метод. указания к лаб. работе)/ В.Е. Проскурина,                                                                                                                                            | 60 экз. на кафедре<br>10 экз. в УНИЦ КНИТУ                                                                                                                                                                                                                                |

|                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Л.А.Павличенко, Ю.Г.Галяметдинов – Казань: Изд-во Казан. гос. технол. ун-та. 2007. – 40с                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 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<br>11 экз. в УНИЦ КНИТУ<br>В ЭБ УНИЦ КНИТУ:<br><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><br>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<br>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<br>10 экз. в УНИЦ КНИТУ<br>В ЭБ УНИЦ КНИТУ:<br><a href="http://ft.kstu.ru/ft/Vizhimov-chisla_perenosa.pdf">http://ft.kstu.ru/ft/Vizhimov-chisla_perenosa.pdf</a><br>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<br>10 экз. в УНИЦ КНИТУ<br>В ЭБ УНИЦ КНИТУ:<br><a href="http://ft.kstu.ru/ft/Bulidorova-kriometricheskoe_opredelenie_elektrolitov.pdf">http://ft.kstu.ru/ft/Bulidorova-kriometricheskoe_opredelenie_elektrolitov.pdf</a><br>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<br>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<br>10 экз. в УНИЦ КНИТУ<br>В ЭБ УНИЦ КНИТУ:<br><a href="http://ft.kstu.ru/ft/Vyzhimov-elektrodivizhushchie.pdf">http://ft.kstu.ru/ft/Vyzhimov-elektrodivizhushchie.pdf</a><br>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<br>10 экз. в УНИЦ КНИТУ<br>В ЭБ УНИЦ КНИТУ:<br><a href="http://ft.kstu.ru/ft/Vyzhimov-elektrodivizhushchie.pdf">http://ft.kstu.ru/ft/Vyzhimov-elektrodivizhushchie.pdf</a><br>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<br>10 экз. в УНИЦ КНИТУ<br>В ЭБ УНИЦ КНИТУ:<br><a href="http://ft.kstu.ru/ft/Pavlichenko-potentsiometricheskoe_opredelenie_konstant.pdf">http://ft.kstu.ru/ft/Pavlichenko-potentsiometricheskoe_opredelenie_konstant.pdf</a><br>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://www.rsl.ru> – Российская Государственная библиотека
2. <http://www.nlr.ru:8101/poisk/> -Российская национальная библиотека
4. <http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/phys.html>
5. <http://www.lib.msu.ru> – Библиотека МГУ
6. <http://www.lib.pu.ru> – Библиотека СПбГУ
7. <http://www.worldbank.org> – Всемирный банк
8. ЭК УНИЦ КНИТУ: <http://ruslan.kstu.ru>
9. ЭБ УНИЦКНИТУ <http://ft.kstu.ru/ft/>
10. ЭБС ЭБС Консультант студента <http://www.studentlibrary.ru/>
11. ЭБС Университетская б-ка онлайн <http://biblioclub.ru>

**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:**

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

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

- а. компьютерный класс с доступом в Интернет,
- б. презентационная техника (проектор, экран, компьютер),
- с. 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),
- д. 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, термометрами, термостатами, калориметрами, приборами Догадкина, водяными банями, установками для титрования, установками для электрофореза, рефрактометрами, весами аналитическими, 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.

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: лекция – пресс-конференция, проблемная лекция, лекция с заранее запланированными ошибками.

Лекция - пресс-конференция «Двухкомпонентные системы».

В начале лекции преподаватель называет тему и просит студентов письменно задавать ему вопросы по теме «двухкомпонентные системы». 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 преподавателя 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 ситуации 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 называть 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.

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.