

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Клочков Юрий Сергеевич

Должность: и.о. ректора

Дата подписания: 09.07.2024 17:11:57

Уникальный программный ключ:

4e7c4ea90328ec8e65c5d8058549a2538d74006

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
**«ТЮМЕНСКИЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**УТВЕРЖДАЮ**

Председатель КСН

 А.Г. Мозырев

« 30 »  2021 г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

дисциплины: Физическая химия

направление подготовки: 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

направленность (профиль): Машины и аппараты химических производств

форма обучения: очная

Рабочая программа разработана в соответствии с утвержденным учебным планом от 30.08.2021 г. и требованиями ОПОП по направлению подготовки 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии, профиль Машины и аппараты химических производств к результатам освоения дисциплины «Физическая химия».

Рабочая программа рассмотрена  
на заседании кафедры Общей и физической химии  
Протокол № 1 от «30» августа 2021 г.

И.о. заведующего кафедрой ОФХ Хлынова Н.М. Хлынова

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий выпускающей кафедрой Мозырев А.Г. Мозырев  
«30» авг 2021 г.

Рабочую программу разработал:

Т.Е. Иванова, доцент кафедры Общей и физической химии, к.х.н., доцент

Иванова

## 1. Цели и задачи освоения дисциплины

**Цель дисциплины** – получение студентами знаний, умений и навыков по основным вопросам физической химии.

### Задачи дисциплины

1. Знать основные законы и соотношения по теории и практике физической химии.
2. Уметь применять основные соотношения физической химии к решению прикладных задач, а также освоить определенный комплекс знаний, необходимый для успешного изучения последующих дисциплин.
3. Иметь представление о проведении физико-химических экспериментов и соответствующих физико-химических расчетов.
4. Способствовать формированию прогрессивного материалистического мировоззрения, развитию интеллекта, инженерной эрудиции и компетенций, в соответствии с общими целями ОПОП и квалификационными характеристиками выпускника направления подготовки 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина относится к дисциплинам обязательной части учебного плана.

Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются:

- знание основ высшей математики, физики и химии,
- умение использовать компьютерные технологии для решения задач обработки информации;
- владение навыками изучения теоретического материала естественно-научной направленности, способностью освоить современные инструментальные физико-химические методы анализа и исследования процессов и материалов.

Содержание дисциплины является логическим продолжением содержания дисциплин: «Физика», «Общая и неорганическая химия», «Органическая химия» и служит основой для освоения дисциплин: «Моделирование процессов переработки нефти и газа», «Общая химическая технология», «Инженерная экология», «Химические реагенты для нефтеперерабатывающей промышленности», «Технология подготовки и переработки нефти».

## 3. Результаты обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Таблица 3.1

| Код и наименование компетенции                                                                                                                                                                                                                   | Код и наименование индикатора достижения компетенции (ИДК) <sup>1</sup> | Код и наименование результата обучения по дисциплине (модулю)                                                                                                                                                                                |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ОПК-1 Способен изучать, анализировать, использовать механизмы химических реакций, происходящих в технологических процессах и окружающем мире, основываясь на знаниях о строении вещества, природе химической связи и свойствах различных классов | ОПК-1.1 Способен объяснить механизмы химических реакций.                | Знать: З1 Основные понятия и законы физической химии, в том числе, теоретические основы химической кинетики и катализа                                                                                                                       |
|                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                         | Уметь: У1 применять знания основных законов и методов физической химии для решения практических задач<br>Владеть: В1 основными методами инструментального исследования и теоретического расчета параметров реальных физико-химических систем |
|                                                                                                                                                                                                                                                  | ОПК-1.2 Анализирует и изучает механизмы химических реакций на           | Знать: З2 экспериментальные методы физической химии                                                                                                                                                                                          |

|                                                        |                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                        |
|--------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| химических элементов, соединений, веществ и материалов | основе знаний о строении вещества, природе химической связи и свойствах различных классов химических элементов, соединений и материалов. | Уметь У2 работать с приборами в физико-химической лаборатории, получать и анализировать экспериментальные данные, производить расчеты с использованием теоретических моделей физической химии                                          |
|                                                        |                                                                                                                                          | Владеть В2 основами практической реализации полученных знаний и их дальнейшего совершенствования для решения задач профессиональной направленности.                                                                                    |
|                                                        | ОПК-1.3 Применяет в профессиональной деятельности знания механизмов химических реакций, происходящих в технологических процессах.        | Знать З3 экспериментальные методы изучения кинетических параметров и механизмов химических реакций                                                                                                                                     |
|                                                        |                                                                                                                                          | Уметь: У3 применять методы физической химии для установления механизмов химических реакций<br>Владеть: В3 методами математического анализа и моделирования физико-химических систем с целью установления механизмов химических реакций |

#### 4. Объем дисциплины

Общий объем дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часа.

Таблица 4.1.

| Форма обучения | Курс/ семестр | Аудиторные занятия/контактная работа, час. |                      |                      | Самостоятельная работа, час. | Форма промежуточной аттестации |
|----------------|---------------|--------------------------------------------|----------------------|----------------------|------------------------------|--------------------------------|
|                |               | Лекции                                     | Практические занятия | Лабораторные занятия |                              |                                |
| Очная          | 2/3           | 18                                         | -                    | 34                   | 56                           | экзамен                        |

#### 5. Структура и содержание дисциплины

##### 5.1. Структура дисциплины

##### очная форма обучения (ОФО)

Таблица 5.1.1

| № п/п | Структура дисциплины |                                                                                         | Аудиторные занятия, час. |     |      | СРС, час. | Всего, час. | Код ИДК          | Оценочные средства |
|-------|----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|-----|------|-----------|-------------|------------------|--------------------|
|       | Номер раздела        | Наименование раздела                                                                    | Л.                       | Пр. | Лаб. |           |             |                  |                    |
| 1     | 1                    | Введение. Предмет и значение физической химии. Первый закон термодинамики. Термохимия   | 2                        | -   | 6    | 2         | 10          | ОПК-1.1, ОПК-1.2 | Опрос, отчет       |
| 2     | 2                    | Термодинамические потенциалы как критерии направления процесса и состояния равновесия в | 2                        | -   | 2    | 2         | 6           | ОПК-1.1, ОПК-1.2 | Опрос, задачи      |



|        |         |                                                                                     |    |   |    |    |     |                                 |                                               |
|--------|---------|-------------------------------------------------------------------------------------|----|---|----|----|-----|---------------------------------|-----------------------------------------------|
|        |         | системе                                                                             |    |   |    |    |     |                                 |                                               |
| 3      | 3       | Химическое равновесие                                                               | 2  | - | 4  | 4  | 10  | ОПК-1.1,<br>ОПК-1.2             | Опрос,<br>отчет                               |
| 4      | 4       | Гетерогенные (фазовые) равновесия                                                   | 2  | - | 4  | 3  | 9   | ОПК-1.1,<br>ОПК-1.2             | Опрос,<br>отчет                               |
| 5      | 5       | Растворы                                                                            | 2  | - | 4  | 4  | 10  | ОПК-1.1,<br>ОПК-1.2             | Опрос,<br>задачи                              |
| 6      | 6       | Свойства растворов электролитов.<br>Кондуктометрия                                  | 2  | - | 4  | 3  | 9   | ОПК-1.1,<br>ОПК-1.2             | Опрос,<br>отчет                               |
| 7      | 7       | Термодинамика электродных процессов.<br>Гальванические элементы.<br>Потенциометрия. | 2  | - | 4  | 4  | 10  | ОПК-1.1,<br>ОПК-1.2             | Собеседование,<br>опрос,<br>отчет             |
| 8      | 8       | Кинетика химических реакций                                                         | 4  | - | 6  | 7  | 17  | ОПК-1.1,<br>ОПК-1.2,<br>ОПК-1.3 | Собеседование,<br>опрос,<br>отчеты,<br>задачи |
| 10     | Экзамен |                                                                                     | -  | - | -  | 27 | 27  | ОПК-1.1,<br>ОПК-1.2,<br>ОПК-1.3 | Вопросы к экзамену                            |
| Итого: |         |                                                                                     | 18 | - | 34 | 56 | 108 |                                 |                                               |

#### заочная форма обучения (ЗФО)

Не реализуется.

#### очно-заочная форма обучения (ОЗФО)

Не реализуется.

#### 5.2. Содержание дисциплины.

##### 5.2.1. Содержание разделов дисциплины (дидактические единицы).

Раздел 1. «Введение. Предмет и значение физической химии. Первый закон термодинамики. Термохимия».

Предмет и значение физической химии, ее основные разделы и методы. Основные термодинамические понятия: система, уравнение состояния, функция состояния системы. Внутренняя энергия системы. Первый закон термодинамики и применение его к изохорным и изобарным процессам. Энтальпия. Закон Г.И. Гесса и его следствия. Понятия: тепловой эффект реакции, теплота образования, теплота сгорания вещества. Стандартные условия. стандартное состояние, стандартный тепловой эффект реакции. Расчет тепловых эффектов процессов. Метод экспериментального определения тепловых эффектов. Калориметрия.

Раздел 2. «Основы химической термодинамики. Термодинамические потенциалы как критерии направления процесса и состояния равновесия в системе».

Второе начало термодинамики. Обратимые и необратимые процессы, самопроизвольные и несамопроизвольные процессы. Равновесные процессы. Энтропия как критерий направления процесса и состояния равновесия в изолированных системах. Расчет изменения энтропии различных процессов. Термодинамические потенциалы. Энергия Гиббса и энергия Гельмгольца и их значение для характеристики возможности протекания процессов в открытых и закрытых системах. Третье начало

термодинамики. Тепловая теорема Нернста. Постулат Планка. Расчет абсолютных энтропий. Принцип недостижимости абсолютного нуля. Характеристические функции. Уравнение Гиббса-Гельмгольца. Химический потенциал и его связь с составом системы. Фундаментальные уравнения Гиббса для систем переменного состава. Термодинамические условия самопроизвольного процесса и состояния равновесия систем переменного состава.

### Раздел 3. «Химическое равновесие».

О применимости уравнений химической термодинамики к химическим равновесиям. Уравнение изотермы химической реакции. Закон действия масс. Константа химического равновесия. Расчет термодинамической константы химического равновесия. Химическое равновесие гетерогенных химических реакций. Зависимость константы химического равновесия от температуры. Уравнения изобары и изохоры химической реакции.

### Раздел 4. «Гетерогенные (фазовые) равновесия».

Основные характеристики гетерогенных (многофазных) систем: фаза, компонент, число независимых переменных, число степеней свободы (вариантность) системы. Правило фаз Гиббса и его применение для характеристики многофазных систем. Однокомпонентные гетерогенные системы. Уравнение Клапейрона - Клаузиуса. Диаграммы состояния однокомпонентных гетерогенных систем на примере диаграммы воды и серы. Понятие о полиморфизме. Энантиотропия и монотропия. Физико-химический анализ, термический анализ. Диаграммы состояния двухкомпонентных систем эвтектического типа, с конгруэнтно и инконгруэнтно плавящимися химическими соединениями. Понятие об изоморфизме. Фазовые диаграммы двухкомпонентных систем, образующих твердые растворы.

### Раздел 5. «Растворы»

Термодинамика растворов. Парциальные мольные величины. Уравнение Гиббса – Дюгема. Вычисление парциальных мольных величин. Связь равновесных свойств растворов с составом раствора и свойствами компонентов. Взаимосвязь химического потенциала и равновесных свойств растворов. Взаимосвязь давления пара компонента над раствором с химическим потенциалом. Идеальные, предельно разбавленные и неидеальные растворы. Парциальные давления пара компонента над раствором. Первый закон Рауля. Термодинамика жидких бинарных летучих смесей. Первый и второй законы Коновалова. Разделение жидких бинарных летучих смесей на компоненты. Перегонка. Ректификация. Растворимость твердых веществ в жидкостях. Взаимная растворимость жидкостей. Диаграммы состояния ограниченно растворимых жидкостей. Закон распределения Нернста. Экстракция. Понижение температуры замерзания и повышение температуры кипения растворов по сравнению с чистым растворителем. Второй закон Рауля.

### Раздел 6. «Свойства растворов электролитов. Кондуктометрия».

Основные понятия и соотношения термодинамики растворов электролитов. Сильные и слабые электролиты, степень диссоциации, константа диссоциации, закон разведения Оствальда. Электростатическая теория разбавленных растворов сильных электролитов Дебая и Гюккеля. Активность, коэффициент активности, ионная сила раствора, правило ионной силы. Предельный закон Дебая и Гюккеля. Удельная и молярная электрическая проводимости. Абсолютная скорость движения ионов, закон Кольрауша. Зависимость электрической проводимости от концентрации. Уравнения Дебая-Гюккеля-Онзагера и закон "корня квадратного" Кольрауша. Электрофоретический и релаксационный эффекты. Числа переноса ионов. Кондуктометрия.

### Раздел 7. «Термодинамика электродных процессов. Гальванические элементы. Потенциометрия».

Гальванический элемент, его устройство и принцип работы, на примере элемента Даниэля – Якоби. Скачки потенциалов на границе раздела фаз в гальваническом элементе. Диффузионный потенциал. Двойной электрический слой на границе раздела металл - раствор. Равновесные и стандартные электродные потенциалы. Типы электродов. Уравнения Нернста для э.д.с. гальванического элемента и равновесных потенциалов электродов различных типов. Химические цепи. Концентрационные цепи. Потенциометрия.



## Раздел 8. «Кинетика химических реакций».

Основные понятия химической кинетики: скорость, порядок реакции, молекулярность, открытые и закрытые системы; гомогенные и гетерогенные реакции. Формальная кинетика элементарных и формально простых гомогенных односторонних реакций в закрытых системах. Зависимость скорости реакции от концентрации реагентов. Закон действующих масс. Способы определения порядка реакции. Зависимость скорости реакции от температуры, энергия активации.

Понятие о сложных реакциях: двухсторонние, параллельные и последовательные реакции; сопряженные реакции; автокаталитические реакции; цепные и фотохимические реакции; радиационно-химические реакции; топохимические и электрохимические реакции. Теории химической кинетики: теория активных столкновений и теория активированного комплекса. Методы изучения механизма химических реакций. Метод Боденштейна.

## Раздел 9. «Каталитические реакции».

Общие представления о каталитических реакциях. Гомогенный и гетерогенный катализ. Основные понятия. Принципы каталитического действия, активность и селективность катализатора. Соотношение Бренстеда-Поляни. Предвидение каталитической активности. Кислотно-основной катализ.

### 5.2.2. Содержание дисциплины/модуля по видам учебных занятий.

#### Лекционные занятия

Таблица 5.2.1

| № п/п  | Номер раздела дисциплины | Объем, час. |     |      | Тема лекции                                                                                                                      |
|--------|--------------------------|-------------|-----|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|        |                          | ОФО         | ЗФО | ОЗФО |                                                                                                                                  |
| 1      | 1                        | 2           | -   | -    | Введение. Предмет и значение физической химии. Первый закон термодинамики. Термохимия                                            |
| 2      | 2                        | 2           | -   | -    | Основы химической термодинамики. Термодинамические потенциалы как критерии направления процесса и состояния равновесия в системе |
| 3      | 3                        | 2           | -   | -    | Химическое равновесие                                                                                                            |
| 4      | 4                        | 2           | -   | -    | Гетерогенные (фазовые) равновесия                                                                                                |
| 5      | 5                        | 2           | -   | -    | Растворы                                                                                                                         |
| 6      | 6                        | 2           | -   | -    | Свойства растворов электролитов. Кондуктометрия                                                                                  |
| 7      | 7                        | 2           | -   | -    | Термодинамика электродных процессов. Гальванические элементы. Потенциометрия.                                                    |
| 8      | 8                        | 4           | -   | -    | Кинетика химических реакций                                                                                                      |
| Итого: |                          | 18          | -   | -    |                                                                                                                                  |

#### Практические занятия

Практические занятия учебным планом не предусмотрены

#### Лабораторные работы

Таблица 5.2.2

| № п/п | Номер раздела дисциплины | Объем, час. |     |      | Наименование лабораторной работы                                |
|-------|--------------------------|-------------|-----|------|-----------------------------------------------------------------|
|       |                          | ОФО         | ЗФО | ОЗФО |                                                                 |
| 1     | 1                        | 2           | -   | -    | Вводное занятие. Техника безопасности.                          |
| 2     | 1                        | 4           | -   | -    | Термохимия                                                      |
| 3     | 2                        | 2           | -   | -    | Элементы химической термодинамики. Термодинамические потенциалы |

|        |   |    |   |   |                             |
|--------|---|----|---|---|-----------------------------|
| 4      | 3 | 4  | - | - | Химическое равновесие       |
| 5      | 4 | 4  | - | - | Гетерогенное равновесие     |
| 6      | 5 | 4  | - | - | Растворы                    |
| 7      | 6 | 4  | - | - | Кондуктометрия              |
| 8      | 7 | 4  | - | - | Потенциометрия              |
| 9      | 8 | 6  | - | - | Кинетика химических реакций |
| Итого: |   | 34 | - | - |                             |

### Самостоятельная работа студента

Таблица 5.2.3

| № п/п  | Номер раздела дисциплины | Объем, час. |     |      | Тема                                                                                            | Вид СРС                                                                                                                                |
|--------|--------------------------|-------------|-----|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|        |                          | ОФО         | ЗФО | ОЗФО |                                                                                                 |                                                                                                                                        |
| 1      | 1                        | 2           | -   | -    | Предмет и значение физической химии. Первый закон термодинамики. Термохимия                     | Подготовка к коллоквиуму и лабораторной работе, написание отчета/ Подготовка к тестовой контрольной, решение задач                     |
| 2      | 2                        | 2           | -   | -    | Термодинамические потенциалы как критерии направления процесса и состояния равновесия в системе | Подготовка к коллоквиуму, решение задач/ Подготовка к тестовой контрольной, решение задач                                              |
| 3      | 3                        | 4           | -   | -    | Химическое равновесие                                                                           | Подготовка к коллоквиуму и лабораторной работе, написание отчета/ Подготовка к тестовой контрольной, решение задач                     |
| 4      | 4                        | 3           | -   | -    | Гетерогенные равновесия                                                                         | Подготовка к коллоквиуму и лабораторной работе, написание отчета/ Подготовка к тестовой контрольной, решение задач                     |
| 5      | 5                        | 4           | -   | -    | Растворы                                                                                        | Подготовка к коллоквиуму, решение задач/ Подготовка к тестовой контрольной, решение задач                                              |
| 6      | 6                        | 3           | -   | -    | Свойства растворов электролитов. Кондуктометрия                                                 | Подготовка к коллоквиуму и лабораторной работе, написание отчета/ Подготовка к тестовой контрольной, решение задач                     |
| 7      | 7                        | 4           | -   | -    | Термодинамика электродных процессов. Гальванические элементы. Потенциометрия.                   | Подготовка к коллоквиуму и лабораторной работе, написание отчета/ Подготовка к тестовой контрольной, решение задач                     |
| 8      | 8                        | 7           | -   | -    | Кинетика химических реакций                                                                     | Подготовка к коллоквиуму и лабораторной работе, написание отчетов/ Подготовка к тестовой контрольной, написание отчетов, решение задач |
| 10     | Экзамен                  | 27          | -   | -    |                                                                                                 | Подготовка к экзамену                                                                                                                  |
| Итого: |                          | 56          | -   | -    |                                                                                                 |                                                                                                                                        |



5.2.3. Преподавание дисциплины/модуля ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

- визуализация учебного материала в Power Point в диалоговом режиме (лекционные занятия);
- работа в малых группах (лабораторные занятия);
- разбор практических ситуаций (опрос, тесты, коллоквиум).

## 6. Тематика курсовых работ/проектов

Курсовые работы/ проекты учебным планом не предусмотрены

## 7. Контрольные работы

Контрольная работа учебным планом не предусмотрена

## 8. Оценка результатов освоения дисциплины

8.1. Критерии оценивания степени полноты и качества освоения компетенций в соответствии с планируемыми результатами обучения приведены в Приложении 1.

8.2. Рейтинговая система оценивания степени полноты и качества освоения компетенций обучающихся очной формы обучения представлена в таблице 8.1.

Таблица 8.1

| № п/п                       | Виды мероприятий в рамках текущего контроля                                                 | Количество баллов |
|-----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| <b>1 текущая аттестация</b> |                                                                                             |                   |
| 1                           | Выполнение и защита лабораторной работы «Термохимия». Теоретический коллоквиум              | 12                |
| 2                           | Выполнение и защита лабораторной работы «Химическое равновесие». Теоретический коллоквиум   | 12                |
|                             | ИТОГО за первую текущую аттестацию                                                          | 24                |
| <b>2 текущая аттестация</b> |                                                                                             |                   |
| 1                           | Выполнение и защита лабораторной работы «Гетерогенное равновесие». Теоретический коллоквиум | 10                |
| 2                           | Теоретический коллоквиум «Растворы»                                                         | 8                 |
| 3                           | Выполнение и защита лабораторной работы «Кондуктометрия»                                    | 6                 |
|                             | ИТОГО за вторую текущую аттестацию                                                          | 24                |
| <b>3 текущая аттестация</b> |                                                                                             |                   |
| 1                           | Теоретический коллоквиум «Электрохимия»                                                     | 10                |
| 2                           | Выполнение и защита лабораторной работы «Потенциометрия»                                    | 8                 |
| 3                           | Выполнение и защита лабораторных работ «Кинетика химических реакций». Коллоквиум.           | 14                |
| 4                           | Итоговая контрольная работа                                                                 | 20                |
|                             | ИТОГО за третью текущую аттестацию                                                          | 52                |
|                             | <b>ВСЕГО</b>                                                                                | <b>100</b>        |

## 9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

9.1. Перечень рекомендуемой литературы представлен в Приложении 2.

9.2. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

- ЭБС «Издательства Лань»;
- Электронный каталог/Электронная библиотека Тюменского индустриального университета;
- ЭБС «Электронного издательства ЮРАЙТ»;
- Собственная полнотекстовая база (ПБД) БИК ТИУ;
- Научная электронная библиотека «ELIBRARY.RU»;
- ЭБС «IPR books»;
- Научно-техническая библиотека ФГБОУ ВО РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина;
- Научно-техническая библиотека ФГБОУ ВО УГНТУ (г. Уфа);
- Научно-техническая библиотека ФГБОУ ВО УГТУ (г. Ухта);
- ЭБС «Перспект»;
- ЭБС «Консультант студент».

9.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в т.ч. отечественного производства

1. Microsoft Office Professional Plus;
2. Microsoft Windows;
3. Zoom.

## 10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Помещения для проведения всех видов работы, предусмотренных учебным планом, укомплектованы необходимым оборудованием и техническими средствами обучения.

Таблица 10.1

| № п/п | Перечень оборудования, необходимого для освоения дисциплины                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Перечень технических средств обучения, необходимых для освоения дисциплины (демонстрационное оборудование)                                                                                                                                                                                                                     |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1     | –                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа; групповых и индивидуальных консультаций; текущего контроля и промежуточной аттестации: Моноблок (или компьютер в комплекте): проектор; акустическая система (колонки) (при наличии); интерактивная доска (или мультимедийная доска). Локальная и корпоративная сеть |
| 2     | Учебная мебель: столы, стулья, доска аудиторная. Компьютер в комплекте – 5 шт., Вытяжной шкаф — 1 шт., тумба металлическая — 5 шт., стол — 2 шт., Шкаф для реактивов — 2 шт., Шкаф для посуды и приборов — 3 шт., Табурет лабораторный — 19 шт., тележка — 1 шт., Тумбы — 3 шт., Стеллаж архивный — 1 шт., Аквастилизатор электрический АДЭа-10СЗМО — 1 шт., Сахариметр универсальный СУ-4 — 3 шт., Поляриметр круговой СМ-3 — 2 шт., Термостат ТС- | Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа (лабораторные занятия); групповых и индивидуальных консультаций; текущего контроля и промежуточной аттестации                                                                                                                                                       |

|   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                |
|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   | 1/80СПУ — 1 шт., Метам ЛВ-31 (металлографический микроскоп) — 1 шт., Весы HR-120 — 1 шт., Весы электронные OHAUS PA 213 — 1 шт., Весы HL-400 — 1 шт., Учебно-лабораторный комплекс «Химия» — 4 шт., Анион-4100 рН-метр — 2 шт., Ионмер И-160МИ — 1 шт., Кондуктометр «Анион» 410К — 2 шт., Микротвердомер ПМТ-3М — 1 шт., Модуль «Термический анализ» — 3 шт., Модуль «Термостат» — 2 шт., Модуль «Универсальный контроллер» — 3 шт., Модуль «Электрохимия» — 1 шт., Модуль «Термостат» — 1 шт., РН- метр РН-150М — 1 шт., Рефрактометр ИРФ-454Б2М — 2 шт., рН-метр АНИОН-4100 — 1 шт., рН- метр РН-150М — 2 шт., рН- метр ОН-150М — 1 шт., Фотометр КФК-3-01-«ЗОМЗ» фотоэлектрический — 2 шт. |                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 3 | —                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Помещение для самостоятельной работы обучающихся с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду: Учебная мебель: Учебные столы, стулья, доска аудиторная. Компьютер в комплекте – 5 шт. |
| 4 | —                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования: Столы, стулья, шкафы, стеллаж                                                                                                                                                   |

## 1. Методические указания по организации СРС

### 11.1. Методические указания по подготовке к лабораторным занятиям:

- «Первый закон термодинамики. Термохимия» Методические указания к лабораторным работам и СРС по дисциплине «Физическая химия» для вузов./ Т. Е. Иванова, А. В. Исмагилова. А.А. Шилов. – Тюмень: ТюмГНГУ, 2014. – 38 с., ил.

- «Химическое равновесие» Методические указания к лабораторным работам и СРС по дисциплине «Физическая химия» для вузов./И.Г.Жихарева, В.В.Шмидт. – Тюмень: ТюмГНГУ, 2015.-32 с.

- «Гетерогенные равновесия» Методические указания к лабораторным работам и СРС по дисциплине «Физическая химия» для вузов./ И.Г.Жихарева, В.В.Шмидт. – Тюмень: ТюмГНГУ. 2015.-34 с.

- «Кондуктометрия» Методические указания к лабораторным работам и СРС по дисциплине «Физическая химия» для вузов./ И.Г.Жихарева, В.В.Шмидт. – Тюмень: ТюмГНГУ, 2015.-34 с.

- «Равновесные электродные процессы. Потенциометрия» Методические указания к лабораторным работам и СРС по дисциплине «Физическая химия» для вузов./Т.Е. Иванова, А.В. Исмагилова.- ТИУ, 2019 – 36 с.



- «Кинетика химических реакций» Методические указания к лабораторным работам и СРС по дисциплине «Физическая химия» для вузов./ И.Г.Жихарева, В.В.Шмидт. – Тюмень: ТюмГНГУ, 2015.-32 с.

11.2. Методические указания по организации самостоятельной работы.

Учебное пособие: «Контрольные задания по физической химии для студентов заочного обучения» / Гунцов А.В., Иванова Т.Е., Исмагилова А.В. – Тюмень: ТюмГНГУ, 2016 - 63 с.

## Планируемые результаты обучения для формирования компетенции и критерии их оценивания

Дисциплина: Физическая химия

Код, направление подготовки: 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

Направленность (профиль): Машины и аппараты химических производств

| Код компетенции                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Код, наименование ИДК                                       | Код и наименование результата обучения по дисциплине (модулю)                                                                       | Критерии оценивания результатов обучения                                                                                           |                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                               |  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                             |                                                                                                                                     | 1-2                                                                                                                                | 3                                                                                                                                                    | 4                                                                                                                                                                   | 5                                                                                                                                             |  |
| ОПК-1. Способен изучать, анализировать, использовать механизмы химических реакций, происходящих в технологических процессах и окружающем мире, основываясь на знаниях о строении вещества, природе химической связи и свойствах различных классов химических элементов, соединений, веществ и материалов | ОПК-1.1<br>Способен объяснить механизмы химических реакций. | Знать: З1 основные понятия и законы физической химии, в том числе, теоретические основы химической кинетики и катализа              | Не знает основные понятия и законы физической химии, в том числе, теоретические основы химической кинетики и катализа              | Знает основные понятия и законы физической химии, в том числе, теоретические основы химической кинетики и катализа, допуская ряд ошибок              | Знает основные понятия и законы физической химии, в том числе, теоретические основы химической кинетики и катализа, допуская незначительные неточности              | Знает в полной мере основные понятия и законы физической химии, в том числе, теоретические основы химической кинетики и катализа              |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                             | Уметь: У1 применять знания основных законов и методов физической химии для решения практических задач                               | Не умеет применять знания основных законов и методов физической химии для решения практических задач                               | Умеет применять знания основных законов и методов физической химии для решения практических задач, допуская ряд ошибок                               | Умеет применять знания основных законов и методов физической химии для решения практических задач, допуская незначительные неточности                               | Умеет в полной мере применять знания основных законов и методов физической химии для решения практических задач                               |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                             | Владеть: В1 основными методами инструментального исследования и теоретического расчета параметров реальных физико-химических систем | Не владеет основными методами инструментального исследования и теоретического расчета параметров реальных физико-химических систем | Владеет основными методами инструментального исследования и теоретического расчета параметров реальных физико-химических систем, допуская ряд ошибок | Владеет основными методами инструментального исследования и теоретического расчета параметров реальных физико-химических систем, допуская незначительные неточности | Владеет в полной мере основными методами инструментального исследования и теоретического расчета параметров реальных физико-химических систем |  |

| Код компетенции | Код, наименование ИДК                                                                                                                                                                                     | Код и наименование результата обучения по дисциплине (модулю)                                                                                                                          | Критерии оценивания результатов обучения                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                          |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                 |                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                        | 1-2                                                                                                                                                                                    | 3                                                                                                                                                                                                                       | 4                                                                                                                                                                                                                              | 5                                                                                                                                                                                                        |
|                 |                                                                                                                                                                                                           | Знать: 32<br>экспериментальные методы физической химии                                                                                                                                 | Не знает<br>экспериментальные методы физической химии                                                                                                                                  | Знает<br>экспериментальные методы физической химии, допуская ряд ошибок                                                                                                                                                 | Знает<br>экспериментальные методы физической химии, допуская незначительные неточности                                                                                                                                         | Знает в полной мере<br>экспериментальные методы физической химии                                                                                                                                         |
|                 | ОПК-1.2<br>Анализирует и изучает механизмы химических реакций на основе знаний о строении вещества, природе химической связи и свойствах различных классов химических элементов, соединений и материалов. | Уметь У2 работать с приборами в физической лаборатории, получать и анализировать экспериментальные данные, производить расчеты с использованием теоретических моделей физической химии | Не умеет работать с приборами в физической лаборатории, получать и анализировать экспериментальные данные, производить расчеты с использованием теоретических моделей физической химии | Умеет работать с приборами в физической лаборатории, получать и анализировать экспериментальные данные, производить расчеты с использованием теоретических моделей физической химии, допуская незначительные неточности | Умеет работать с приборами в физико-химической лаборатории, получать и анализировать экспериментальные данные, производить расчеты с использованием теоретических моделей физической химии, допуская незначительные неточности | Умеет в полной мере работать с приборами в физико-химической лаборатории, получать и анализировать экспериментальные данные, производить расчеты с использованием теоретических моделей физической химии |
|                 |                                                                                                                                                                                                           | Владеть В2<br>основами практической реализации полученных знаний и их дальнейшего совершенствования для решения задач профессиональной направленности.                                 | Не владеет основами практической реализации полученных знаний и их дальнейшего совершенствования для решения задач профессиональной направленности                                     | Владеет основами практической реализации полученных знаний и их дальнейшего совершенствования для решения задач профессиональной направленности, допуская ряд ошибок                                                    | Владеет основами практической реализации полученных знаний и их дальнейшего совершенствования для решения задач профессиональной направленности, допуская незначительные неточности                                            | Владеет в полной мере основами практической реализации полученных знаний и их дальнейшего совершенствования для решения задач профессиональной направленности                                            |



| Код компетенции                                                                                                                      | Код, наименование ИДК | Код и наименование результата обучения по дисциплине (модулю)                                                                               | Критерии оценивания результатов обучения                                                                                                |                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                    |  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|                                                                                                                                      |                       |                                                                                                                                             | 1-2                                                                                                                                     | 3                                                                                                                                                         | 4                                                                                                                                                                        | 5                                                                                                                                                  |  |
| ОПК-1.3<br>Применяет в профессиональной деятельности знания механизмов химических реакций, происходящих в технологических процессах. |                       | Знать З3<br>экспериментальные методы изучения кинетических параметров и механизмов химических реакций                                       | Не знает<br>экспериментальные методы изучения кинетических параметров и механизмов химических реакций                                   | Знает<br>экспериментальные методы изучения кинетических параметров и механизмов химических реакций, допуская ряд ошибок                                   | Знает<br>экспериментальные методы изучения кинетических параметров и механизмов химических реакций, допуская незначительные неточности                                   | В полной мере знает<br>экспериментальные методы изучения кинетических параметров и механизмов химических реакций                                   |  |
|                                                                                                                                      |                       | Уметь: У3<br>применять методы физической химии для установления механизмов химических реакций                                               | Не умеет применять методы физической химии для установления механизмов химических реакций                                               | Умеет применять методы физической химии для установления механизмов химических реакций, допуская ряд ошибок                                               | Умеет применять методы физической химии для установления механизмов химических реакций, допуская незначительные неточности                                               | Умеет в полной мере применять методы физической химии для установления механизмов химических реакций                                               |  |
|                                                                                                                                      |                       | Владеть: В3<br>методами математического анализа и моделирования физико-химических систем с целью установления механизмов химических реакций | Не владеет методами математического анализа и моделирования физико-химических систем с целью установления механизмов химических реакций | Владеет методами математического анализа и моделирования физико-химических систем с целью установления механизмов химических реакций, допуская ряд ошибок | Владеет методами математического анализа и моделирования физико-химических систем с целью установления механизмов химических реакций, допуская незначительные неточности | Владеет в полной мере методами математического анализа и моделирования физико-химических систем с целью установления механизмов химических реакций |  |

**КАРТА**  
**обеспеченности дисциплины учебной и учебно-методической литературой**

Дисциплина: Физическая химия

Код, направление подготовки: 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

Направленность (профиль): Машины и аппараты химических производств

| № п/п | Название учебного, учебно-методического издания, автор, издательство, вид издания, год издания                                                                                                                                                | Количество экземпляров в БИК | Контингент обучающихся, использующих указанную литературу | Обеспеченность обучающихся литературой, % | Наличие электронного варианта в ЭБС (+/-) |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|-----------------------------------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------|
| 1     | Физическая химия [Текст]: учебник для студентов вузов, обучающихся по химическим специальностям / А.Г. Стромберг, Д.П. Семченко; под ред. А.Г. Стромберга. - 6-е изд., испр. - М.: Высшая школа, 2016. - 528 с.                               | 20                           | 30                                                        | 100                                       | -                                         |
| 2     | Буданов, В. В. Химическая термодинамика / В. В. Буданов, А. И. Максимов. - 3-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2021. - 320 с. - URL:https://e.lanbook.com/book/167330. - Режим доступа: для автор. пользователей. - ЭБС Лань            | ЭР*                          | 30                                                        | 100                                       | +                                         |
| 3     | Григорьева, Л. С. Физическая химия : учебное пособие / Л. С. Григорьева, О. Н. Трифонова. - Москва : Московский государственный строительный университет, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ, 2014. - 149 с. - URL:http://www.iprbookshop.ru/26215.html. | ЭР*                          | 30                                                        | 100                                       | +                                         |
| 4     | Иванова, Т.Е. Физическая химия. Часть 1. Химическая термодинамика [Текст]: учебное пособие / Т.Е. Иванова. - Тюмень: ТюмГНГУ, 2012. - 140 с.                                                                                                  | 46+ЭР*                       | 30                                                        | 100                                       | +                                         |

ЭР\* – электронный ресурс для автор. пользователей доступен через Электронный каталог/Электронную библиотеку ТИУ <http://webirbis.tsogu.ru/>

Заведующий кафедрой ОФХ Хлынова Н.М. Хлынова  
« 30 » 08 2021 г.

Директор БИК Каюкова Д.Х. Каюкова  
« 30 » 08 2021 г.  
М.П.

