

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
"РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ В.Ф. УТКИНА"**

СОГЛАСОВАНО  
Зав. выпускающей кафедры

УТВЕРЖДАЮ

**Физическая химия**  
рабочая программа дисциплины (модуля)

|                        |                                                          |
|------------------------|----------------------------------------------------------|
| Закреплена за кафедрой | <b>Химической технологии</b>                             |
| Учебный план           | 18.03.01_24_00_XT1.plx<br>18.03.01 Химическая технология |
| Квалификация           | <b>бакалавр</b>                                          |
| Форма обучения         | <b>очная</b>                                             |
| Общая трудоемкость     | <b>10 ЗЕТ</b>                                            |

**Распределение часов дисциплины по семестрам**

| Семестр<br>(<Курс>.<Семестр<br>на курсе>)          | 3 (2.1) |       | 4 (2.2) |       | 5 (3.1) |       | Итого  |        |
|----------------------------------------------------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|--------|--------|
| Неделя                                             | 16      |       | 16      |       | 16      |       |        |        |
| Вид занятий                                        | УП      | РП    | УП      | РП    | УП      | РП    | УП     | РП     |
| Лекции                                             | 24      | 24    | 16      | 16    | 16      | 16    | 56     | 56     |
| Лабораторные                                       | 16      | 16    | 16      | 16    | 16      | 16    | 48     | 48     |
| Практические                                       | 8       | 8     | 16      | 16    |         |       | 24     | 24     |
| Иная контактная<br>работа                          | 0,35    | 0,35  | 0,35    | 0,35  | 0,25    | 0,25  | 0,95   | 0,95   |
| Консультирование<br>перед экзаменом и<br>практикой | 2       | 2     | 2       | 2     |         |       | 4      | 4      |
| Итого ауд.                                         | 50,35   | 50,35 | 50,35   | 50,35 | 32,25   | 32,25 | 132,95 | 132,95 |
| Контактная работа                                  | 50,35   | 50,35 | 50,35   | 50,35 | 32,25   | 32,25 | 132,95 | 132,95 |
| Сам. работа                                        | 13      | 13    | 40      | 40    | 67      | 67    | 120    | 120    |
| Часы на контроль                                   | 44,65   | 44,65 | 53,65   | 53,65 | 8,75    | 8,75  | 107,05 | 107,05 |
| Итого                                              | 108     | 108   | 144     | 144   | 108     | 108   | 360    | 360    |

г. Рязань

Программу составил(и):

*ст. преп., Логинев Владислав Сергеевич*

Рабочая программа дисциплины

**Физическая химия**

разработана в соответствии с ФГОС ВО:

ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология (приказ Минобрнауки России от 07.08.2020 г. № 922)

составлена на основании учебного плана:

18.03.01 Химическая технология

утвержденного учёным советом вуза от 26.01.2024 протокол № 8.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

**Химической технологии**

Протокол от 15.05.2024 г. № 5

Срок действия программы: 2024-2028 уч.г.

Зав. кафедрой Коваленко Виктор Васильевич

---

---

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для  
исполнения в 2025-2026 учебном году на заседании кафедры  
**Химической технологии**

Протокол от \_\_\_\_\_ 2025 г. № \_\_\_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

---

---

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для  
исполнения в 2026-2027 учебном году на заседании кафедры  
**Химической технологии**

Протокол от \_\_\_\_\_ 2026 г. № \_\_\_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

---

---

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для  
исполнения в 2027-2028 учебном году на заседании кафедры  
**Химической технологии**

Протокол от \_\_\_\_\_ 2027 г. № \_\_\_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

---

---

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для  
исполнения в 2028-2029 учебном году на заседании кафедры

**Химической технологии**

Протокол от \_\_\_\_\_ 2028 г. № \_\_\_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

| 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) |                                                                                                                                                            |
|--------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.1                                  | Цели изучения дисциплины:                                                                                                                                  |
| 1.2                                  | изучение теоретических и экспериментальных методов, направленных на установление закономерностей химических реакций и сопутствующих им физических явлений; |
| 1.3                                  | получение знаний по фундаментальным законам физической химии и практических навыков их применения.                                                         |
| 1.4                                  | Задачи дисциплины:                                                                                                                                         |
| 1.5                                  | формирование представления о закономерностях протекания химических, физико-химических и коллоидно-химических процессов;                                    |
| 1.6                                  | формирование знаний о зависимости между строением, энергетическими характеристиками химических связей и реакционной способностью веществ;                  |
| 1.7                                  | формирование знаний о зависимости влияния различных факторов на скорость и механизмы химических реакций;                                                   |
| 1.8                                  | овладение навыками применения теоретических законов к решению практических вопросов химической технологии.                                                 |

| 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ |                                                                                                                       |
|--------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Цикл (раздел) ОП:                                                  |                                                                                                                       |
| 2.1                                                                | <b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>                                                          |
| 2.1.1                                                              | Инженерная и компьютерная графика                                                                                     |
| 2.1.2                                                              | Информатика                                                                                                           |
| 2.1.3                                                              | Коллоидная химия                                                                                                      |
| 2.1.4                                                              |                                                                                                                       |
| 2.1.5                                                              | Общая и неорганическая химия                                                                                          |
| 2.1.6                                                              |                                                                                                                       |
| 2.1.7                                                              | Ознакомительная практика                                                                                              |
| 2.1.8                                                              |                                                                                                                       |
| 2.1.9                                                              | Учебная практика                                                                                                      |
| 2.1.10                                                             | Введение в профессиональную деятельность                                                                              |
| 2.1.11                                                             | Философия                                                                                                             |
| 2.1.12                                                             | Учебная практика                                                                                                      |
| 2.2                                                                | <b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b> |
| 2.2.1                                                              | Прикладная механика                                                                                                   |
| 2.2.2                                                              | Производственная практика                                                                                             |
| 2.2.3                                                              | Системы управления химико-технологическими процессами                                                                 |
| 2.2.4                                                              | Техническая термодинамика и теплотехника                                                                              |
| 2.2.5                                                              | Технологическая (проектно-технологическая)                                                                            |
| 2.2.6                                                              |                                                                                                                       |
| 2.2.7                                                              | Научно-исследовательская работа                                                                                       |
| 2.2.8                                                              |                                                                                                                       |
| 2.2.9                                                              | Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы                                              |
| 2.2.10                                                             | Преддипломная практика                                                                                                |
| 2.2.11                                                             | Трехмерное моделирование в инженерном оформлении процессов химической технологии                                      |
| 2.2.12                                                             | Химические реакторы                                                                                                   |
| 2.2.13                                                             | Технологическая (проектно-технологическая)                                                                            |
| 2.2.14                                                             | Научно-исследовательская практика                                                                                     |

| 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)                                                          |  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <b>УК-1: Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач</b> |  |
| <b>УК-1.4. Применяет системный подход при анализе научно-технической и проектно-технологической информации</b>                              |  |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Знать</b><br>основные принципы анализа научно-технической и проектно-технологической литературы по тематике исследований<br><b>Уметь</b><br>анализировать научно-техническую и проектно-технологическую информацию с использованием методов системного подхода<br><b>Владеть</b><br>навыками поиска и систематизации научно-технической и проектно-технологической информации с применением современных компьютерных технологий |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**УК-3: Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде**

**УК-3.4. Осуществляет кооперацию с коллегами при работе в коллективе**

|                                                                                                                                                                                                                                        |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Знать</b><br>основные правила взаимодействия коллег в коллективе<br><b>Уметь</b><br>кооперироваться с коллегами, работать в коллективе<br><b>Владеть</b><br>методами и способами построения правильного, корректного доказательства |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**УК-8: Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов**

**УК-8.4. Использует правила техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и нормы охраны труда**

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Знать</b><br>правила техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и нормы охраны труда при выполнении лабораторных работ по дисциплине<br><b>Уметь</b><br>обеспечивать безопасную работу с ЛВЖ, стеклянной посудой, на стендах, подключенных к электрическим, водопроводным и канализационным сетям<br><b>Владеть</b><br>навыками безопасной работы на технологическом оборудовании |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**ОПК-2: Способен использовать математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности**

**ОПК-2.3. Использует физико-химические и химические методы для решения задач профессиональной деятельности**

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Знать</b><br>физико-химические и химические методы для решения задач профессиональной деятельности<br><b>Уметь</b><br>использовать физико-химические и химические методы для решения задач профессиональной деятельности<br><b>Владеть</b><br>физико-химическими и химическими методами для решения задач профессиональной деятельности |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**ОПК-5: Способен осуществлять экспериментальные исследования и испытания по заданной методике, проводить наблюдения и измерения с учетом требований техники безопасности, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные**

**ОПК-5.2. Обрабатывает и интерпретирует экспериментальные данные**

|                                                                                                                                                                                                                                         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Знать</b><br>способы обработки и интерпретации экспериментальных данных<br><b>Уметь</b><br>обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные<br><b>Владеть</b><br>методами обработки и интерпретации экспериментальных данных |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен**

|            |                                                                                                                                                                                                                                                      |
|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>3.1</b> | <b>Знать:</b>                                                                                                                                                                                                                                        |
| 3.1.1      | 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; |
| 3.1.2      | физико-химические и химические методы для решения задач профессиональной деятельности;                                                                                                                                                               |
| 3.1.3      | экспериментальные методы исследования по заданной методике, проводить наблюдения и измерения с учетом требований техники безопасности, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные;                                                     |
| 3.1.4      | способы обработки и интерпретации экспериментальных данных.                                                                                                                                                                                          |
| <b>3.2</b> | <b>Уметь:</b>                                                                                                                                                                                                                                        |

|            |                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3.2.1      | анализировать и 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; |
| 3.2.2      | использовать физико-химические и химические методы для решения задач профессиональной деятельности;                                                                                                                                                                               |
| 3.2.3      | осуществлять экспериментальные исследования и испытания по заданной методике, проводит наблюдения и измерения с учетом требований техники безопасности;                                                                                                                           |
| 3.2.4      | обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные.                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>3.3</b> | <b>Владеть:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 3.3.1      | методами анализа механизмов 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;            |
| 3.3.2      | физико-химическими и химическими методами для решения задач профессиональной деятельности                                                                                                                                                                                         |
| 3.3.3      | методами экспериментального исследования и испытания по заданной методике, наблюдения и измерения с учетом требований техники безопасности;                                                                                                                                       |
| 3.3.4      | методами обработки и интерпретации экспериментальных данных.                                                                                                                                                                                                                      |

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

| Код занятия | Наименование разделов и тем /вид занятия/                                                                                                                                                                                                           | Семестр / Курс | Часов | Компетенции                                                | Литература                     | Форма контроля                                           |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-------|------------------------------------------------------------|--------------------------------|----------------------------------------------------------|
|             | <b>Раздел 1. Введение</b>                                                                                                                                                                                                                           |                |       |                                                            |                                |                                                          |
| 1.1         | Предмет и содержание физической химии. Ее основные разделы. Значение физической химии для технологии. Методы физической химии: термодинамический, статистический и квантово-механический. Роль российских ученых в развитии физической химии /Тема/ | 3              | 0     |                                                            |                                | Устный опрос.<br>Решение примеров.<br>Вопросы по разделу |
| 1.2         | Предмет и содержание физической химии. Ее основные разделы. Значение физической химии для технологии. Методы физической химии: термодинамический, статистический и квантово-механический. Роль российских ученых в развитии физической химии /Лек/  | 3              | 1     | ОПК-2.3-3<br>ОПК-5.2-3<br>УК-3.4-3<br>УК-8.4-3<br>УК-1.4-3 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Э1 Э2     | Устный опрос                                             |
| 1.3         | Изучение конспекта лекций и рекомендуемой литературы. Подготовка к экзамену /Ср/                                                                                                                                                                    | 3              | 1     | ОПК-2.3-3<br>ОПК-5.2-3<br>УК-3.4-3<br>УК-8.4-3<br>УК-1.4-3 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3Л2.1<br>Э1 Э2 | Решение примеров.<br>Вопросы по разделу                  |
|             | <b>Раздел 2. Основы химической термодинамики</b>                                                                                                                                                                                                    |                |       |                                                            |                                |                                                          |

|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |   |   |                                                                                                                                                  |                                 |                                                                                              |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2.1 | Основные понятия. Первый закон термодинамики. Энтальпия. Закон Гесса и его следствия. Стандартные состояния и стандартные теплоты химических реакций. Тепловые эффекты. Теплоемкость. Интерполяционные уравнения теплоемкости. Расчеты тепловых эффектов реакций. Таблицы стандартных термодинамических величин и их использование в термодинамических расчетах. Процессы равновесные и неравновесные, обратимые и необратимые, самопроизвольные и несамопроизвольные. Второй закон термодинамики. Энтропия и ее основные свойства. Обоснование второго закона термодинамики. Теорема Карно-Клаузиуса. Энтропия как критерий равновесия и направления самопроизвольного процесса в изолированных системах. Третий закон термодинамики. Тепловая теорема Нернста. Постулат Планка. Статистическая интерпретация второго закона термодинамики. Объединенное уравнение I и II законов термодинамики. Энергия Гельмгольца. Энергия Гиббса. Характеристические функции. Уравнение Гиббса-Гельмгольца. Расчет изменения стандартных энергий Гиббса и Гельмгольца в химических реакциях при различных температурах. Уравнения Максвелла и их использование для вывода различных термодинамических соотношений. Системы переменного состава. Химический потенциал компонента системы. Реальные газы. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Химический потенциал реального газа. Фугитивность, коэффициент фугитивности /Тема/ | 3 | 0 |                                                                                                                                                  |                                 | Устный опрос. Решение задач. Защита лабораторных работ. Решение примеров. Вопросы по разделу |
| 2.2 | Основы химической термодинамики /Лек/                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 3 | 6 | ОПК-2.3-3<br>ОПК-5.2-3<br>УК-3.4-3<br>УК-8.4-3<br>УК-1.4-3                                                                                       | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Э1 Э2      | Устный опрос                                                                                 |
| 2.3 | Решение задач по теме /Пр/                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 3 | 2 | ОПК-2.3-У<br>ОПК-2.3-В<br>ОПК-5.2-У<br>ОПК-5.2-В<br>УК-3.4-3<br>УК-3.4-У<br>УК-3.4-В<br>УК-8.4-3<br>УК-8.4-У<br>УК-8.4-В<br>УК-1.4-У<br>УК-1.4-В | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Э1 Э2      | Решение задач                                                                                |
| 2.4 | Химическая термодинамика /Лаб/                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 3 | 4 | ОПК-2.3-У<br>ОПК-2.3-В<br>ОПК-5.2-У<br>ОПК-5.2-В<br>УК-3.4-3<br>УК-3.4-У<br>УК-3.4-В<br>УК-8.4-3<br>УК-8.4-У<br>УК-8.4-В<br>УК-1.4-У<br>УК-1.4-В | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3/Л3.1<br>Э1 Э2 | Отчеты по лабораторным работам. Защита лабораторных работ                                    |



|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |   |   |                                                                                                                                                  |                                |                                                                                              |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2.5 | Изучение конспекта лекций и рекомендуемой литературы. Подготовка к экзамену /Ср/                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 3 | 3 | ОПК-2.3-3<br>ОПК-5.2-3<br>УК-3.4-3<br>УК-8.4-3<br>УК-1.4-3                                                                                       | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3Л2.1<br>Э1 Э2 | Решение примеров. Вопросы по разделу                                                         |
|     | <b>Раздел 3. Химическое равновесие</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |   |   |                                                                                                                                                  |                                |                                                                                              |
| 3.1 | Основные свойства химического равновесия. Закон действующих масс, термодинамический вывод. Термодинамическая константа химического равновесия. Практические константы равновесия. Влияние давления и примеси инертного газа на смещение химического равновесия. Уравнение изотермы химической реакции Вант-Гоффа. Температурная зависимость константы химического равновесия. Уравнение изобары и изохоры химической реакции Вант-Гоффа. Принцип Ле Шателье - Брауна. /Тема/ | 3 | 0 |                                                                                                                                                  |                                | Устный опрос. Решение задач. Защита лабораторных работ. Решение примеров. Вопросы по разделу |
| 3.2 | Химическое равновесие /Лек/                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 3 | 5 | ОПК-2.3-3<br>ОПК-5.2-3<br>УК-3.4-3<br>УК-8.4-3<br>УК-1.4-3                                                                                       | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Э1 Э2     | Устный опрос                                                                                 |
| 3.3 | Решение задач по теме /Пр/                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 3 | 2 | ОПК-2.3-У<br>ОПК-2.3-В<br>ОПК-5.2-У<br>ОПК-5.2-В<br>УК-3.4-3<br>УК-3.4-У<br>УК-3.4-В<br>УК-8.4-3<br>УК-8.4-У<br>УК-8.4-В<br>УК-1.4-У<br>УК-1.4-В | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Э1 Э2     | Решение задач                                                                                |
| 3.4 | Химическое равновесие /Лаб/                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 3 | 4 | ОПК-2.3-У<br>ОПК-2.3-В<br>ОПК-5.2-У<br>ОПК-5.2-В<br>УК-3.4-3<br>УК-3.4-У<br>УК-3.4-В<br>УК-8.4-3<br>УК-8.4-У<br>УК-8.4-В<br>УК-1.4-У<br>УК-1.4-В | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3Л2.1<br>Э1 Э2 | Отчеты по лабораторным работам. Защита лабораторных работ                                    |
| 3.5 | Изучение конспекта лекций и рекомендуемой литературы. Подготовка к экзамену /Ср/                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 3 | 3 | ОПК-2.3-3<br>ОПК-5.2-3<br>УК-3.4-3<br>УК-8.4-3<br>УК-1.4-3                                                                                       | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3Л2.1<br>Э1 Э2 | Решение примеров. Вопросы по разделу                                                         |
|     | <b>Раздел 4. Фазовые равновесия</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |   |   |                                                                                                                                                  |                                |                                                                                              |

|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |   |   |  |  |                                                                                                     |
|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|--|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4.1 | <p>Понятие фазы, компонента, числа степеней свободы. Правило фаз Гиббса. Диаграмма фазовых равновесий для однокомпонентной системы. Тройная точка. Применение правила фаз Гиббса к однокомпонентной системе. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Определение координат тройной точки. Равновесия жидкость - пар в двухкомпонентных системах. Растворимость газов в жидкостях. Применение закона Генри к растворам газов в жидкостях. Неограниченно растворимые друг в друге жидкости. Первый закон Гиббса-Коновалова. Диаграммы общее давление - состав, температура кипения - состав, состав раствора - состав пара для идеальных растворов. Правило рычага. Перегонка (ректификация). Диаграммы общее давление - состав, температура кипения - состав, состав раствора - состав пара для неидеальных растворов. Азеотропные растворы. Второй закон Гиббса-Коновалова. Перегонка растворов с минимумом и максимумом температуры кипения. Ограниченная взаимная растворимость жидкостей. Давление насыщенного пара в системах с ограниченной растворимостью жидкостей. Состав пара. Диаграммы общее давление - состав, температура кипения - состав, состав раствора - состав пара для систем с ограниченной взаимной растворимостью жидкостей. Давление и состав пара над смесью взаимно нерастворимых жидкостей. Фазовое равновесие в двухкомпонентных системах с участием твердых фаз. Идеальная растворимость твердых веществ в жидкости (уравнение Шредера). Метод физико-химического анализа. Диаграммы состав-свойство. Принципы непрерывности и соответствия (Н.С. Курнаков). Термический анализ. Системы с ограниченной и неограниченной растворимостью компонентов в твердой фазе. Изоморфизм. Типы твердых растворов. Диаграммы плавкости изоморфно кристаллизующихся веществ. Термический анализ, кривые охлаждения. Диаграммы неизоморфно кристаллизующихся веществ (с образованием простой (одной) эвтектики, с образованием устойчивых и неустойчивых соединений). Построение диаграммы плавкости по кривым охлаждения. Эвтектическая смесь. Конгруэнтно и инконгруэнтно плавящиеся химические соединения. Системы с ограниченной растворимостью веществ в твердой фазе. Применение правила фаз к исследованию диаграмм. Правило рычага. Фазовые равновесия в трехкомпонентных системах. Графическое изображение состава трехкомпонентных систем в треугольниках Гиббса и Розебома и в прямоугольных координатах. Диаграммы состояния тройных жидких систем с ограниченной взаимной растворимостью</p> <p>/Тема/</p> | 3 | 0 |  |  | <p>Устный опрос. Решение задач. Защита лабораторных работ. Решение примеров. Вопросы по разделу</p> |
|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|--|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|

|     |                                                                                  |   |   |                                                                                                                                                  |                                |                                                           |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------|---|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| 4.2 | Фазовые равновесия /Лек/                                                         | 3 | 6 | ОПК-2.3-3<br>ОПК-5.2-3<br>УК-3.4-3<br>УК-8.4-3<br>УК-1.4-3                                                                                       | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Э1 Э2     | Устный опрос                                              |
| 4.3 | Решение задач по теме /Пр/                                                       | 3 | 2 | ОПК-2.3-У<br>ОПК-2.3-В<br>ОПК-5.2-У<br>ОПК-5.2-В<br>УК-3.4-3<br>УК-3.4-У<br>УК-3.4-В<br>УК-8.4-3<br>УК-8.4-У<br>УК-8.4-В<br>УК-1.4-У<br>УК-1.4-В | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Э1 Э2     | Решение задач                                             |
| 4.4 | Фазовые равновесия /Лаб/                                                         | 3 | 4 | ОПК-2.3-У<br>ОПК-2.3-В<br>ОПК-5.2-У<br>ОПК-5.2-В<br>УК-3.4-3<br>УК-3.4-У<br>УК-3.4-В<br>УК-8.4-3<br>УК-8.4-У<br>УК-8.4-В<br>УК-1.4-У<br>УК-1.4-В | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3Л3.1<br>Э1 Э2 | Отчеты по лабораторным работам. Защита лабораторных работ |
| 4.5 | Изучение конспекта лекций и рекомендуемой литературы. Подготовка к экзамену /Ср/ | 3 | 3 | ОПК-2.3-3<br>ОПК-5.2-3<br>УК-3.4-3<br>УК-8.4-3<br>УК-1.4-3                                                                                       | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3Л2.1<br>Э1 Э2 | Решение примеров. Вопросы по разделу                      |
|     | <b>Раздел 5. Растворы неэлектролитов</b>                                         |   |   |                                                                                                                                                  |                                |                                                           |

|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |   |   |                                                                                                                                                  |                                |                                                                                              |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5.1 | Классификации растворов. Парциальные молярные величины. Уравнения Гиббса-Дюгема. Относительные парциальные молярные величины (парциальные молярные функции смешения). Термодинамические функции смешения. Идеальные (совершенные) растворы. Химический потенциал компонента идеального раствора. Термодинамические свойства идеальных растворов. Термодинамические функции смешения идеальных растворов. Равновесие "идеальный раствор-пар". Закон Рауля. Идеальные и неидеальные растворы. Предельно разбавленные, атермальные, регулярные растворы. Парциальные молярные величины, методы их определения. Химический потенциал компонента в идеальном и неидеальном растворах. Активность и коэффициент активности. Выбор стандартного состояния для растворителя и растворенного вещества. Симметричная и несимметричная системы. Вычисление активностей растворителя и растворенного вещества по давлению пара, понижению температуры замерзания, повышению температуры кипения и из осмотического давления. Коллигативные свойства, их практическое использование. Уравнение Вант-Гоффа для осмотического давления. Осмос, обратный осмос. Криоскопия. Эбулиоскопия. Использование коллигативных свойств для определения молярной массы и степени диссоциации растворенного вещества /Тема/ | 3 | 0 |                                                                                                                                                  |                                | Устный опрос. Решение задач. Защита лабораторных работ. Решение примеров. Вопросы по разделу |
| 5.2 | Растворы неэлектролитов /Лек/                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 3 | 6 | ОПК-2.3-3<br>ОПК-5.2-3<br>УК-3.4-3<br>УК-8.4-3<br>УК-1.4-3                                                                                       | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Э1 Э2     | Устный опрос                                                                                 |
| 5.3 | Решение задач по теме /Пр/                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 3 | 2 | ОПК-2.3-У<br>ОПК-2.3-В<br>ОПК-5.2-У<br>ОПК-5.2-В<br>УК-3.4-3<br>УК-3.4-У<br>УК-3.4-В<br>УК-8.4-3<br>УК-8.4-У<br>УК-8.4-В<br>УК-1.4-У<br>УК-1.4-В | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Э1 Э2     | Решение задач                                                                                |
| 5.4 | Растворы неэлектролитов /Лаб/                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 3 | 4 | ОПК-2.3-У<br>ОПК-2.3-В<br>ОПК-5.2-У<br>ОПК-5.2-В<br>УК-3.4-3<br>УК-3.4-У<br>УК-3.4-В<br>УК-8.4-3<br>УК-8.4-У<br>УК-8.4-В<br>УК-1.4-У<br>УК-1.4-В | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3Л2.1<br>Э1 Э2 | Отчеты по лабораторным работам. Защита лабораторных работ                                    |
| 5.5 | Изучение конспекта лекций и рекомендуемой литературы. Подготовка к экзамену /Ср/                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 3 | 3 | ОПК-2.3-3<br>ОПК-5.2-3<br>УК-3.4-3<br>УК-8.4-3<br>УК-1.4-3                                                                                       | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3Л2.1<br>Э1 Э2 | Решение примеров. Вопросы по разделу                                                         |

|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |   |       |                                                            |                                        |                                                                                               |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|-------|------------------------------------------------------------|----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
|     | <b>Раздел 6. Промежуточная аттестация</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |   |       |                                                            |                                        |                                                                                               |
| 6.1 | Экзамен /Тема/                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 3 | 0     |                                                            |                                        |                                                                                               |
| 6.2 | Подготовка к экзамену /Экзамен/                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 3 | 44,65 |                                                            | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3Л2.1Л3.<br>1<br>Э1 Э2 |                                                                                               |
| 6.3 | Проведение консультации перед экзаменом /Кнс/                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 3 | 2     |                                                            | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3                      |                                                                                               |
| 6.4 | Прием экзамена /ИКР/                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 3 | 0,35  |                                                            | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3                      | Устный ответ по утвержденным билетам, сформулированным с учетом содержания учебной дисциплины |
|     | <b>Раздел 7. Химическое равновесие и электрохимия</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |   |       |                                                            |                                        |                                                                                               |
| 7.1 | Основные понятия химического равновесия и электрохимия /Тема/                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 4 | 0     |                                                            |                                        | Устный опрос. Решение задач. Защита лабораторных работ. Решение примеров. Вопросы по разделу  |
| 7.2 | Растворы электролитов. Теория электролитической диссоциации С.Аррениуса. Количественные характеристики диссоциации: степень диссоциации, константа диссоциации. Закон разведения Оствальда. Причины диссоциации. Ассоциация и сольватация ионов. Активности и коэффициенты активности электролита и ионов в растворе, средние ионные коэффициенты активности. Ионная сила раствора. Правило ионной силы. Основные положения электростатической теории сильных электролитов Дебая-Хюккеля. Реальная и условная ионная атмосфера. Потенциал ионной атмосферы, радиус ионной атмосферы. Неравновесные явления в растворах электролитов. Проводники электрического тока I и II рода, ионная и электронная проводимость. Удельная, молярная и эквивалентная электрические проводимости, взаимосвязь между ними. Закон независимого движения ионов (закон Кольрауша). Предельные молярные электропроводности ионов. Эстафетный механизм переноса электричества ионами гидроксония и гидроксила. Числа переноса ионов. Электропроводность растворов сильных электролитов. Измерения электропроводности и электрической проводимости /Лек/ | 4 | 3     | ОПК-2.3-3<br>ОПК-5.2-3<br>УК-3.4-3<br>УК-8.4-3<br>УК-1.4-3 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Э1 Э2             | Устный опрос                                                                                  |

|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |   |    |                                                                                                                                                  |                                |                                                           |
|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| 7.3 | ЭДС и электродные потенциалы. Двойной электрический слой. Обратимые электроды и обратимые гальванические элементы. Электрохимический потенциал. Электродвижущая сила гальванического элемента, условный электродный потенциал. Правило знаков ЭДС и электродных потенциалов. Термодинамическая теория гальванических явлений. Уравнение Нернста. Уравнение Гиббса-Гельмгольца для электрохимических систем. Классификация электродов. Уравнение Нернста для потенциала электродов различного вида. Типы гальванических элементов. Диффузионный потенциал, механизм возникновения и методы его устранения (сведения к минимальной величине). Методика измерения ЭДС и электродных потенциалов. Химические источники тока. Топливные элементы. Электролиз. Катодные и анодные процессы. Поляризация электродов. Концентрационная поляризация; предельный ток. Уравнение Тафеля. Практическое значение перенапряжения при выделении водорода. Анодное перенапряжение, пассивирование металлов. Электрохимическая коррозия. Термодинамические и кинетические факторы в коррозии. Способы защиты от коррозии /Лек/ | 4 | 3  | ОПК-2.3-3<br>ОПК-5.2-3<br>УК-3.4-3<br>УК-8.4-3<br>УК-1.4-3                                                                                       | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Э1 Э2     | Устный опрос                                              |
| 7.4 | Решение задач по теме /Пр/                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 4 | 6  | ОПК-2.3-У<br>ОПК-2.3-В<br>ОПК-5.2-У<br>ОПК-5.2-В<br>УК-3.4-3<br>УК-3.4-У<br>УК-3.4-В<br>УК-8.4-3<br>УК-8.4-У<br>УК-8.4-В<br>УК-1.4-У<br>УК-1.4-В | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Э1 Э2     | Решение задач                                             |
| 7.5 | Химическое равновесие и электрохимия /Лаб/                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 4 | 8  | ОПК-2.3-У<br>ОПК-2.3-В<br>ОПК-5.2-У<br>ОПК-5.2-В<br>УК-3.4-3<br>УК-3.4-У<br>УК-3.4-В<br>УК-8.4-3<br>УК-8.4-У<br>УК-8.4-В<br>УК-1.4-У<br>УК-1.4-В | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3Л3.1<br>Э1 Э2 | Отчеты по лабораторным работам. Защита лабораторных работ |
| 7.6 | Изучение конспекта лекций и рекомендуемой литературы. Подготовка к экзамену /Ср/                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 4 | 16 | ОПК-2.3-3<br>ОПК-5.2-3<br>УК-3.4-3<br>УК-8.4-3<br>УК-1.4-3                                                                                       | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3Л2.1<br>Э1 Э2 | Решение примеров. Вопросы по разделу                      |
|     | <b>Раздел 8. Формальная кинетика</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |   |    |                                                                                                                                                  |                                |                                                           |

|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |   |   |                                                                                                                                                  |                                |                                                                                              |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| 8.1 | Основные понятия формальной кинетики. Основной постулат химической кинетики, кинетическое уравнение скорости реакции. Константа скорости химической реакции, размерность константы скорости. Простые (элементарные) и сложные реакции. Кинетика простых и формально простых односторонних гомогенных реакций. Реакции первого, второго и третьего порядков. Дифференциальная и интегральная формы кинетических уравнений, кинетические кривые. Время полупревращения. Реакции нулевого порядка. Метод избытка (изоляции) Оствальда, определение частных порядков по соответствующему реагенту. Расчет константы скорости и скорости простых односторонних реакций. Принцип независимости протекания элементарных реакций. Обратимые и параллельные реакции первого порядка. Интегральные уравнения для расчета констант скоростей отдельных стадий реакции. Последовательные реакции 1-го порядка. Принцип лимитирующей стадии последовательной химической реакции. Стационарный режим протекания последовательных реакций. Метод квазистационарных концентраций Боденштейна и область его применимости. Влияние температуры на скорость химической реакции. Температурный коэффициент константы скорости реакции, приближенное правило Вант-Гоффа. Уравнение Аррениуса. Эффективная энергия активации и предэкспоненциальный множитель /Тема/ | 4 | 0 |                                                                                                                                                  |                                | Устный опрос. Решение задач. Защита лабораторных работ. Решение примеров. Вопросы по разделу |
| 8.2 | Формальная кинетика /Лек/                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 4 | 6 | ОПК-2.3-3<br>ОПК-5.2-3<br>УК-3.4-3<br>УК-8.4-3<br>УК-1.4-3                                                                                       | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Э1 Э2     | Устный опрос                                                                                 |
| 8.3 | Решение задач по теме /Пр/                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 4 | 6 | ОПК-2.3-У<br>ОПК-2.3-В<br>ОПК-5.2-У<br>ОПК-5.2-В<br>УК-3.4-3<br>УК-3.4-У<br>УК-3.4-В<br>УК-8.4-3<br>УК-8.4-У<br>УК-8.4-В<br>УК-1.4-У<br>УК-1.4-В | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Э1 Э2     | Решение задач                                                                                |
| 8.4 | Формальная кинетика /Лаб/                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 4 | 4 | ОПК-2.3-У<br>ОПК-2.3-В<br>ОПК-5.2-У<br>ОПК-5.2-В<br>УК-3.4-3<br>УК-3.4-У<br>УК-3.4-В<br>УК-8.4-3<br>УК-8.4-У<br>УК-8.4-В<br>УК-1.4-У<br>УК-1.4-В | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3Л3.1<br>Э1 Э2 | Отчеты по лабораторным работам. Защита лабораторных работ                                    |

|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |   |    |                                                                                                                                                  |                                |                                                                                              |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| 8.5 | Изучение конспекта лекций и рекомендуемой литературы. Подготовка к экзамену /Ср/                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 4 | 16 | ОПК-2.3-3<br>ОПК-5.2-3<br>УК-3.4-3<br>УК-8.4-3<br>УК-1.4-3                                                                                       | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3Л2.1<br>Э1 Э2 | Решение примеров. Вопросы по разделу                                                         |
|     | <b>Раздел 9. Фотохимические и цепные реакции</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |   |    |                                                                                                                                                  |                                |                                                                                              |
| 9.1 | Фотохимические реакции. Механизм активации. Первичные и вторичные фотохимические процессы. Фотодиссоциация и фотолиз. Законы фотохимии, закон фотохимической эквивалентности Эйнштейна-Штарка. Квантовый выход. Кинетика процессов, происходящих с участием фотовозбужденных молекул. Сенсибилизаторы, Сенсибилизированные фотохимические реакции. Основные различия реакций с фотохимическим и термическим инициированием. Фотохимические процессы в атмосфере, фотосинтез. Цепные реакции, примеры реакций, протекающих по цепному механизму. Особенности и основные стадии цепных реакций. Механизм зарождения, развития и обрыва цепей. Звено цепи, длина цепи. Неразветвленные и разветвленные цепные реакции. Кинетика неразветвлённых цепных реакций, лимитирующая стадия неразветвленной цепной реакции. Стадии разветвленной цепной реакции. Зависимость скорости разветвленных цепных реакций от времени. Стационарный и нестационарный режимы течения реакции. Влияние температуры и давления на скорость цепных реакций<br>/Тема/ | 4 | 0  |                                                                                                                                                  |                                | Устный опрос. Решение задач. Защита лабораторных работ. Решение примеров. Вопросы по разделу |
| 9.2 | Фотохимические и цепные реакции /Лек/                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 4 | 4  | ОПК-2.3-3<br>ОПК-5.2-3<br>УК-3.4-3<br>УК-8.4-3<br>УК-1.4-3                                                                                       | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Э1 Э2     | Устный опрос                                                                                 |
| 9.3 | Решение задач по теме /Пр/                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 4 | 4  | ОПК-2.3-У<br>ОПК-2.3-В<br>ОПК-5.2-У<br>ОПК-5.2-В<br>УК-3.4-3<br>УК-3.4-У<br>УК-3.4-В<br>УК-8.4-3<br>УК-8.4-У<br>УК-8.4-В<br>УК-1.4-У<br>УК-1.4-В | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Э1 Э2     | Решение задач                                                                                |
| 9.4 | Формальная кинетика /Лаб/                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 4 | 4  | ОПК-2.3-У<br>ОПК-2.3-В<br>ОПК-5.2-У<br>ОПК-5.2-В<br>УК-3.4-3<br>УК-3.4-У<br>УК-3.4-В<br>УК-8.4-3<br>УК-8.4-У<br>УК-8.4-В<br>УК-1.4-У<br>УК-1.4-В | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3Л3.1<br>Э1 Э2 | Отчеты по лабораторным работам. Защита лабораторных работ                                    |



|      |                                                                                                                                                                                 |   |       |                                                                                                                                                  |                                        |                                                                                               |
|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| 9.5  | Изучение конспекта лекций и рекомендуемой литературы. Подготовка к экзамену /Ср/                                                                                                | 4 | 8     | ОПК-2.3-3<br>ОПК-5.2-3<br>УК-3.4-3<br>УК-8.4-3<br>УК-1.4-3                                                                                       | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3Л2.1<br>Э1 Э2         | Решение примеров. Вопросы по разделу                                                          |
|      | <b>Раздел 10. Промежуточная аттестация</b>                                                                                                                                      |   |       |                                                                                                                                                  |                                        |                                                                                               |
| 10.1 | Экзамен /Тема/                                                                                                                                                                  | 4 | 0     |                                                                                                                                                  |                                        |                                                                                               |
| 10.2 | Подготовка к экзамену /Экзамен/                                                                                                                                                 | 4 | 53,65 |                                                                                                                                                  | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3Л2.1Л3.<br>1<br>Э1 Э2 |                                                                                               |
| 10.3 | Проведение консультации перед экзаменом /Кнс/                                                                                                                                   | 4 | 2     |                                                                                                                                                  | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3                      |                                                                                               |
| 10.4 | Прием экзамена /ИКР/                                                                                                                                                            | 4 | 0,35  |                                                                                                                                                  | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3                      | Устный ответ по утвержденным билетам, сформулированным с учетом содержания учебной дисциплины |
|      | <b>Раздел 11. Теории химических реакций</b>                                                                                                                                     |   |       |                                                                                                                                                  |                                        |                                                                                               |
| 11.1 | Термины, определения, основные законы. Теория активных столкновений. Бимолекулярные реакции, мономолекулярные реакции. Схема Линдемана. Теория активированного комплекса /Тема/ | 5 | 0     |                                                                                                                                                  |                                        | Устный опрос. Защита лабораторных работ. Решение примеров. Вопросы по разделу                 |
| 11.2 | Теории химических реакций /Лек/                                                                                                                                                 | 5 | 4     | ОПК-2.3-3<br>ОПК-5.2-3<br>УК-3.4-3<br>УК-8.4-3<br>УК-1.4-3                                                                                       | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Э1 Э2             | Устный опрос                                                                                  |
| 11.3 | Теории химических реакций /Лаб/                                                                                                                                                 | 5 | 4     | ОПК-2.3-У<br>ОПК-2.3-В<br>ОПК-5.2-У<br>ОПК-5.2-В<br>УК-3.4-3<br>УК-3.4-У<br>УК-3.4-В<br>УК-8.4-3<br>УК-8.4-У<br>УК-8.4-В<br>УК-1.4-У<br>УК-1.4-В | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3Л3.1<br>Э1 Э2         | Отчеты по лабораторным работам. Защита лабораторных работ                                     |
| 11.4 | Изучение конспекта лекций и рекомендуемой литературы. Подготовка к зачету /Ср/                                                                                                  | 5 | 16    | ОПК-2.3-3<br>ОПК-2.3-У<br>ОПК-2.3-В<br>ОПК-5.2-3<br>УК-3.4-3<br>УК-3.4-У<br>УК-3.4-В<br>УК-8.4-3<br>УК-8.4-У<br>УК-8.4-В<br>УК-1.4-У<br>УК-1.4-В | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3Л2.1<br>Э1 Э2         | Решение примеров. Вопросы по разделу                                                          |
|      | <b>Раздел 12. Гомогенный катализ</b>                                                                                                                                            |   |       |                                                                                                                                                  |                                        |                                                                                               |

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |   |    |                                                                                                                                                  |                                |                                                                                        |
|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| 12.1 | Определение катализа. Общие принципы катализа. Основные закономерности каталитических реакций. Влияние катализатора на термодинамические и кинетические характеристики химических реакций. Селективность действия катализатора. Каталитическая активность, удельная каталитическая активность. Слитный и раздельный механизмы каталитических реакций. Каталитические константы скорости реакции. Солевой эффект /Тема/ | 5 | 0  |                                                                                                                                                  |                                | Устный опрос.<br>Защита лабораторных работ.<br>Решение примеров.<br>Вопросы по разделу |
| 12.2 | Катализ. Гомогенный катализ /Лек/                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 5 | 4  | ОПК-2.3-3<br>ОПК-5.2-3<br>УК-3.4-3<br>УК-8.4-3<br>УК-1.4-3                                                                                       | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Э1 Э2     | Устный опрос                                                                           |
| 12.3 | Гомогенный катализ /Лаб/                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 5 | 8  | ОПК-2.3-У<br>ОПК-2.3-В<br>ОПК-5.2-У<br>ОПК-5.2-В<br>УК-3.4-3<br>УК-3.4-У<br>УК-3.4-В<br>УК-8.4-3<br>УК-8.4-У<br>УК-8.4-В<br>УК-1.4-У<br>УК-1.4-В | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3Л3.1<br>Э1 Э2 | Отчеты по лабораторным работам.<br>Защита лабораторных работ                           |
| 12.4 | Изучение конспекта лекций и рекомендуемой литературы. Подготовка к зачету /Ср/                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 5 | 17 | ОПК-2.3-3<br>ОПК-5.2-3<br>УК-3.4-3<br>УК-8.4-3<br>УК-1.4-3                                                                                       | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3Л2.1<br>Э1 Э2 | Решение примеров.<br>Вопросы по разделу                                                |
|      | <b>Раздел 13. Ферментативный катализ</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |   |    |                                                                                                                                                  |                                |                                                                                        |
| 13.1 | Общие сведения о кинетике и механизмах ферментативных реакций. Уравнение Михаэлиса. Константа Михаэлиса. Ингибирование: конкурентное, неконкурентное. Схемы катализа с ингибированием /Тема/                                                                                                                                                                                                                           | 5 | 0  |                                                                                                                                                  |                                | Устный опрос.<br>Решение примеров.<br>Вопросы по разделу                               |
| 13.2 | Катализ. Ферментативный катализ /Лек/                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 5 | 4  | ОПК-2.3-3<br>ОПК-5.2-3                                                                                                                           | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Э1 Э2     | Устный опрос                                                                           |
| 13.3 | Изучение конспекта лекций и рекомендуемой литературы. Подготовка к зачету /Ср/                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 5 | 17 | ОПК-2.3-3<br>ОПК-5.2-3                                                                                                                           | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3Л2.1<br>Э1 Э2 | Решение примеров.<br>Вопросы по разделу                                                |
|      | <b>Раздел 14. Гетерогенный катализ</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |   |    |                                                                                                                                                  |                                |                                                                                        |
| 14.1 | Скорость гетерогенно-каталитической реакции. Типы гетерогенных катализаторов. Закон действующих поверхностей. Роль адсорбции в гетерогенном процессе. Кинетика гетерогенно-каталитических реакций, не лимитируемых диффузией. Отравление катализаторов. Основы теорий катализа (теории А.А. Баландина, Н.И. Кобозева) /Тема/                                                                                           | 5 | 0  |                                                                                                                                                  |                                | Устный опрос.<br>Защита лабораторных работ.<br>Решение примеров.<br>Вопросы по разделу |
| 14.2 | Катализ. Гетерогенный катализ /Лек/                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 5 | 4  | ОПК-2.3-3<br>ОПК-5.2-3<br>УК-3.4-3<br>УК-8.4-3<br>УК-1.4-3                                                                                       | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Э1 Э2     | Устный опрос                                                                           |

|      |                                                                                |   |      |                                                                                                                                                  |                                |                                                                                               |
|------|--------------------------------------------------------------------------------|---|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| 14.3 | Гетерогенный катализ /Лаб/                                                     | 5 | 4    | ОПК-2.3-У<br>ОПК-2.3-В<br>ОПК-5.2-У<br>ОПК-5.2-В<br>УК-3.4-3<br>УК-3.4-У<br>УК-3.4-В<br>УК-8.4-3<br>УК-8.4-У<br>УК-8.4-В<br>УК-1.4-У<br>УК-1.4-В | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3Л3.1<br>Э1 Э2 | Отчеты по лабораторным работам. Защита лабораторных работ                                     |
| 14.4 | Изучение конспекта лекций и рекомендуемой литературы. Подготовка к зачету /Ср/ | 5 | 17   | ОПК-2.3-3<br>ОПК-5.2-3<br>УК-3.4-3<br>УК-8.4-3<br>УК-1.4-3                                                                                       | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3Л2.1<br>Э1 Э2 | Решение примеров. Вопросы по разделу                                                          |
|      | <b>Раздел 15. Промежуточная аттестация</b>                                     |   |      |                                                                                                                                                  |                                |                                                                                               |
| 15.1 | Зачет с оценкой /Тема/                                                         | 5 | 0    |                                                                                                                                                  |                                |                                                                                               |
| 15.2 | Подготовка к зачету /ЗаО/                                                      | 5 | 8,75 |                                                                                                                                                  | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3Л2.1Л3.1      |                                                                                               |
| 15.3 | Прием зачета /ИКР/                                                             | 5 | 0,25 |                                                                                                                                                  | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3              | Устный ответ по утвержденным билетам, сформулированным с учетом содержания учебной дисциплины |

### 5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Фонд оценочных средств приведен в Приложении к рабочей программе дисциплины (см. документ «Оценочные материалы по дисциплине «Физическая химия»).

### 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

#### 6.1. Рекомендуемая литература

##### 6.1.1. Основная литература

| №    | Авторы, составители                    | Заглавие                           | Издательство, год                                                                                          | Количество/название ЭБС                                                                                         |
|------|----------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Л1.1 | Архипова, Н. В.,<br>Кособудский, И. Д. | Физическая химия : учебное пособие | Саратов:<br>Саратовский государственный технический университет имени Ю.А. Гагарина, ЭБС АСВ, 2020, 160 с. | 978-5-7433-3370-7,<br><a href="http://www.iprbookshop.ru/108705.html">http://www.iprbookshop.ru/108705.html</a> |

| №    | Авторы, составители                                   | Заглавие                                         | Издательство, год                                                                                                                                     | Количество/название ЭБС                                                                                                              |
|------|-------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Л1.2 | Архипова, Н. В.,<br>Кособудский, И. Д.                | Физическая химия : учебное пособие               | Саратов:<br>Саратовский<br>государствен<br>ный<br>технический<br>университет<br>имени Ю.А.<br>Гагарина, ЭБС<br>АСВ, 2020,<br>160 с.                   | 978-5-7433-<br>3370-7,<br><a href="https://www.iprbookshop.ru/108705.html">https://www.i<br/>prbookshop.r<br/>u/108705.htm<br/>l</a> |
| Л1.3 | Липин, В. А.,<br>Смирнова, А. И.,<br>Суставова, Т. А. | Физическая химия. Электрохимия : учебное пособие | Санкт-<br>Петербург:<br>Санкт-<br>Петербургски<br>й<br>государствен<br>ный<br>университет<br>промышленны<br>х технологий и<br>дизайна, 2020,<br>95 с. | 978-5-91646-<br>214-2,<br><a href="https://www.iprbookshop.ru/118426.html">https://www.i<br/>prbookshop.r<br/>u/118426.htm<br/>l</a> |

**6.1.2. Дополнительная литература**

| №    | Авторы, составители | Заглавие                           | Издательство, год                             | Количество/название ЭБС                                                                                                     |
|------|---------------------|------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Л2.1 | Березовчук А. В.    | Физическая химия : учебное пособие | Саратов:<br>Научная<br>книга, 2019,<br>159 с. | 978-5-9758-<br>1816-4,<br><a href="http://www.iprbookshop.ru/81087.html">http://www.ip<br/>rbookshop.ru/<br/>81087.html</a> |

**6.1.3. Методические разработки**

| №    | Авторы, составители            | Заглавие                                       | Издательство, год     | Количество/название ЭБС |
|------|--------------------------------|------------------------------------------------|-----------------------|-------------------------|
| Л3.1 | Логинов В.С.,<br>Трегулов В.Р. | Физическая химия : метод. указ. к лаб. работам | Рязань, 2014,<br>44с. | , 1                     |

**6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"**

|    |                                                                                                                                  |  |  |  |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|
| Э1 | Электронно-библиотечная система «IPRbooks», режим доступа – с любого ком-пьютера РГРТУ без пароля, из сети интернет по паролю. – |  |  |  |
| Э2 | Электронно-библиотечная система «Лань», режим доступа – с любого компью-тера РГРТУ без пароля. –                                 |  |  |  |

**6.3 Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем****6.3.1 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства**

| Наименование                 | Описание              |
|------------------------------|-----------------------|
| Операционная система Windows | Коммерческая лицензия |
| Kaspersky Endpoint Security  | Коммерческая лицензия |
| Adobe Acrobat Reader         | Свободное ПО          |
| OpenOffice                   | Свободное ПО          |
| Microsoft Office             | Коммерческая лицензия |
| SMathStudio                  | Свободное ПО          |

**6.3.2 Перечень информационных справочных систем****7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

|   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|---|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | 321 учебно-административный корпус. учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 44 места, проектор Optima EW775, экран, маркерная доска, место для преподавателя, оснащенное компьютером, жидкостный хромо-тограф Стайер и ИК Фурье-спектрометр ФСМ2202                                                                                                                                           |
| 2 | 326 учебно-административный корпус. учебная лаборатория, оснащенная лабораторным оборудованием, помещение для хранения учебного оборудования Панель LCD Philips, маркерная доска, место для преподавателя, оснащенное компьютером (Intel Core i5/4Gb), вытяжные шкафы, дистиллятор ДЭ-4-02 "ЭМО", набор лабораторной посуды для индивидуальной работы, реактивы, необходимые для выполнения работ, шкаф сушильный SNOL 58/350 LFN, весы OHAUS PA 214, аналитические с поверкой, весы OHAUS TA 152 в комплекте с гирей |
| 3 | 328 учебно-административный корпус. 11 рабочих мест (компьютерный класс (Intel Core i5/4Gb)) с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду РГРТУ                                                                                                                                                                                                                                                                                              |

## 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Методические указания приведены в Приложении к рабочей программе дисциплины

Оператор ЭДО ООО "Компания "Тензор"

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

ПОДПИСАНО  
ЗАВЕДУЮЩИМ  
КАФЕДРЫ

**ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ**, Коваленко Виктор  
Васильевич, Заведующий кафедрой ХТ

**17.09.24** 10:23 (MSK)

Простая подпись

ПОДПИСАНО  
ЗАВЕДУЮЩИМ  
ВЫПУСКАЮЩЕЙ  
КАФЕДРЫ

**ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ**, Коваленко Виктор  
Васильевич, Заведующий кафедрой ХТ

**17.09.24** 10:24 (MSK)

Простая подпись

ПОДПИСАНО  
НАЧАЛЬНИКОМ УРОП

**ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ**, Ерзылёва Анна  
Александровна, Начальник УРОП

**17.09.24** 10:38 (MSK)

Простая подпись