

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

УТВЕРЖДАЮ  
Директор по образовательной  
деятельности

\_\_\_\_\_ С.Т. Князев  
«\_\_» \_\_\_\_\_

### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ

Код модуля	Модуль
1158024	Физико-химические закономерности неорганических процессов

Екатеринбург

<b>Перечень сведений о рабочей программе модуля</b>	<b>Учетные данные</b>
<b>Образовательная программа</b> 1. Химическая технология неорганических, органических веществ, природных энергоносителей и лекарственных препаратов 2. Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии	<b>Код ОП</b> 1. 18.03.01/33.03 2. 18.03.02/33.01
<b>Направление подготовки</b> 1. Химическая технология; 2. Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии	<b>Код направления и уровня подготовки</b> 1. 18.03.01; 2. 18.03.02

Программа модуля составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Виноградова Татьяна Владимировна	кандидат химических наук, без ученого звания	Доцент	физической и коллоидной химии

**Согласовано:**

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

# 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Физико-химические закономерности неорганических процессов

## 1.1. Аннотация содержания модуля

Знание физико-химических законов и закономерностей позволяет описать и раскрыть процессы, лежащие в основе технологических приемов и операций получения химических продуктов органического и неорганического синтеза, продуктов нефтехимии, материалов электронной техники, монокристаллов, оптоэлектроники. В дисциплине «Дополнительные главы органической химии» студентам даются знания и по осуществлению синтеза органических соединений, установлению структуры органических соединений, рассматривают классификацию органических реакций. Дисциплина «Неравновесные явления в сложных химических процессах» дает знание физико-химических законов и закономерностей, которые позволяют описать и раскрыть процессы, лежащие в основе технологических приемов и операций получения химических продуктов органического и неорганического синтеза. В дисциплине широко используется математический аппарат, а также методы исследования физико-химических закономерностей, для ее успешного освоения студенты должны владеть основами высшей математики и физики в объеме вузовского курса, а также иметь твердые знания по общей, неорганической и органической химии. Дисциплина «Физико-химические основы сложных систем» дает знание физико-химических законов и закономерностей, позволяет описать и раскрыть процессы, лежащие в основе технологических приемов и операций получения химических продуктов органического и неорганического синтеза, продуктов нефтехимии, материалов электронной техники, монокристаллов, оптоэлектроники, решения экологических вопросов.

## 1.2. Структура и объем модуля

Таблица 1

№ п/п	Перечень дисциплин модуля в последовательности их освоения	Объем дисциплин модуля и всего модуля в зачетных единицах
1	Дополнительные главы органической химии	4
2	Неравновесные явления в сложных химических процессах	4
3	Физико-химические основы сложных ионных систем	4
ИТОГО по модулю:		12

## 1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

<b>Пререквизиты модуля</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Неорганическая химия</li><li>2. Научно-фундаментальные основы профессиональной деятельности</li><li>3. Естественно-научные основы профессиональной деятельности</li><li>4. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа</li></ol>
----------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<b>Постреквизиты и кореквизиты модуля</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Техносферная безопасность</li> <li>2. Основы проектирования машин</li> <li>3. Основы химико-технологических процессов</li> <li>4. Учебно-исследовательская работа студента</li> <li>5. Основы химико-технологических процессов</li> <li>6. Процессы и вещества в окружающей среде</li> </ol>
-------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

#### 1.4. Распределение компетенций по дисциплинам модуля, планируемые результаты обучения (индикаторы) по модулю

Таблица 2

<b>Перечень дисциплин модуля</b>	<b>Код и наименование компетенции</b>	<b>Планируемые результаты обучения (индикаторы)</b>
1	2	3
Дополнительные главы органической химии	ОПК-1 - Способен формулировать и решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, применяя фундаментальные знания основных закономерностей развития природы, человека и общества	<p>З-2 - Обосновать значимость использования фундаментальных естественнонаучных и философских знаний в формулировании и решении задач профессиональной деятельности знаний</p> <p>У-2 - Определять конкретные пути решения задач профессиональной деятельности на основе фундаментальных естественнонаучных знаний</p> <p>П-1 - Работая в команде, формулировать и решать задачи в рамках поставленного задания, относящиеся к области профессиональной деятельности</p>
	ОПК-3 - Способен проводить исследования и изыскания для решения прикладных инженерных задач относящихся к профессиональной деятельности, включая проведение измерений, планирование и постановку экспериментов, интерпретацию полученных результатов	<p>З-1 - Изложить основные приемы и методы проведения исследований и изысканий, которые могут быть использованы для решения поставленных прикладных задач, относящихся к профессиональной деятельности</p> <p>З-2 - Характеризовать возможности доступной исследовательской аппаратуры для реализации предложенных приемов и методов решения поставленных прикладных инженерных задач относящихся к профессиональной деятельности</p>

		<p>З-3 - Описать последовательность действий при обработке и интерпретации полученных результатов исследований и изысканий</p> <p>У-1 - Обосновать выбор приемов, методов и соответствующей аппаратуры для проведения исследований и изысканий, которые позволят решить поставленные прикладные задачи, относящиеся к профессиональной деятельности</p> <p>У-2 - Определять перечень необходимых ресурсов и временные затраты при составлении плана проведения исследований и изысканий</p> <p>У-3 - Анализировать и объяснить полученные результаты исследований и изысканий</p> <p>П-1 - Подготовить и провести экспериментальные измерения, исследования и изыскания для решения поставленных прикладных задач, относящихся к профессиональной деятельности</p> <p>П-2 - Представить интерпретацию полученных результатов в форме научного доклада (сообщения)</p> <p>П-3 - Составить план проведения исследований и изысканий, включающий перечень необходимых ресурсов и временные затраты</p> <p>Д-1 - Проявлять заинтересованность в содержании и результатах исследовательской работы</p>
<p>Неравновесные явления в сложных химических процессах</p>	<p>ОПК-1 - Способен формулировать и решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, применяя фундаментальные знания основных закономерностей развития природы, человека и общества</p>	<p>З-2 - Обосновать значимость использования фундаментальных естественнонаучных и философских знаний в формулировании и решении задач профессиональной деятельности знаний</p> <p>У-2 - Определять конкретные пути решения задач профессиональной деятельности на основе фундаментальных естественнонаучных знаний</p> <p>П-1 - Работая в команде, формулировать и решать задачи в рамках поставленного</p>

		<p>задания, относящиеся к области профессиональной деятельности</p>
	<p>ОПК-3 - Способен проводить исследования и изыскания для решения прикладных инженерных задач относящихся к профессиональной деятельности, включая проведение измерений, планирование и постановку экспериментов, интерпретацию полученных результатов</p>	<p>З-1 - Изложить основные приемы и методы проведения исследований и изысканий, которые могут быть использованы для решения поставленных прикладных задач, относящихся к профессиональной деятельности</p> <p>З-2 - Характеризовать возможности доступной исследовательской аппаратуры для реализации предложенных приемов и методов решения поставленных прикладных инженерных задач относящихся к профессиональной деятельности</p> <p>З-3 - Описать последовательность действий при обработке и интерпретации полученных результатов исследований и изысканий</p> <p>У-1 - Обосновать выбор приемов, методов и соответствующей аппаратуры для проведения исследований и изысканий, которые позволят решить поставленные прикладные задачи, относящиеся к профессиональной деятельности</p> <p>У-2 - Определять перечень необходимых ресурсов и временные затраты при составлении плана проведения исследований и изысканий</p> <p>У-3 - Анализировать и объяснить полученные результаты исследований и изысканий</p> <p>П-1 - Подготовить и провести экспериментальные измерения, исследования и изыскания для решения поставленных прикладных задач, относящихся к профессиональной деятельности</p> <p>П-2 - Представить интерпретацию полученных результатов в форме научного доклада (сообщения)</p> <p>П-3 - Составить план проведения исследований и изысканий, включающий перечень необходимых ресурсов и временные затраты</p>

		Д-1 - Проявлять заинтересованность в содержании и результатах исследовательской работы
Физико-химические основы сложных ионных систем	ОПК-1 - Способен формулировать и решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, применяя фундаментальные знания основных закономерностей развития природы, человека и общества	<p>З-2 - Обосновать значимость использования фундаментальных естественнонаучных и философских знаний в формулировании и решении задач профессиональной деятельности знаний</p> <p>У-2 - Определять конкретные пути решения задач профессиональной деятельности на основе фундаментальных естественнонаучных знаний</p> <p>П-1 - Работая в команде, формулировать и решать задачи в рамках поставленного задания, относящиеся к области профессиональной деятельности</p>
	ОПК-3 - Способен проводить исследования и изыскания для решения прикладных инженерных задач относящихся к профессиональной деятельности, включая проведение измерений, планирование и постановку экспериментов, интерпретацию полученных результатов	<p>З-1 - Изложить основные приемы и методы проведения исследований и изысканий, которые могут быть использованы для решения поставленных прикладных задач, относящихся к профессиональной деятельности</p> <p>З-2 - Характеризовать возможности доступной исследовательской аппаратуры для реализации предложенных приемов и методов решения поставленных прикладных инженерных задач относящихся к профессиональной деятельности</p> <p>З-3 - Описать последовательность действий при обработке и интерпретации полученных результатов исследований и изысканий</p> <p>У-1 - Обосновать выбор приемов, методов и соответствующей аппаратуры для проведения исследований и изысканий, которые позволят решить поставленные прикладные задачи, относящиеся к профессиональной деятельности</p> <p>У-2 - Определять перечень необходимых ресурсов и временные затраты при составлении плана проведения исследований и изысканий</p> <p>У-3 - Анализировать и объяснить полученные результаты исследований и изысканий</p>

		<p>П-1 - Подготовить и провести экспериментальные измерения, исследования и изыскания для решения поставленных прикладных задач, относящихся к профессиональной деятельности</p> <p>П-2 - Представить интерпретацию полученных результатов в форме научного доклада (сообщения)</p> <p>П-3 - Составить план проведения исследований и изысканий, включающий перечень необходимых ресурсов и временные затраты</p> <p>Д-1 - Проявлять заинтересованность в содержании и результатах исследовательской работы</p>
--	--	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

### **1.5. Форма обучения**

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной и заочной формах.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Дополнительные главы органической**  
**химии**

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Уломский Евгений Нарциссович	доктор химических наук, доцент	Профессор	органической и биомолекулярной химии
2	Утепова Ирина Александровна	доктор химических наук, без ученого звания	Профессор	органической и биомолекулярной химии

**Рекомендовано учебно-методическим советом института Химико-технологический**

Протокол № 8 от 25.08.2021 г.

# 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

## 1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
  - Базовый уровень

*\*Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

*Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.*

## 1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1T1	Галогенопроизводные углеводов.	<p>Классификация.</p> <p>Галогенопроизводные со связью C(sp<sup>3</sup>)-галоген. Номенклатура. Методы получения: прямое галогенирование, реакции присоединения к алкенам, алкинам, реакции замещения в спиртах, альдегидах, кетонах и карбоновых кислотах. Физические свойства. Химические свойства. Характеристика связей углерод-галоген, индукционный эффект атома галогена. Реакции нуклеофильного замещения галогена на гидроксильную, алкоксильную, нитрильную, амино- и другие группы. Два механизма нуклеофильного замещения (SN1 и SN2). Реакционная способность галогенопроизводных в зависимости от природы галогена и строения радикала. Реакции элиминирования. Механизмы EN1 и EN2. Правило Зайцева. альфа-Элиминирование. Реакции с металлами (магнием). Восстановление алкилгалогенидов до углеводов. Отдельные представители галогенопроизводных: продукты хлорирования метана, дихлорэтан, перфторуглеводороды, фреоны.</p> <p>Галогенопроизводные со связью C(sp<sup>2</sup>)-галоген. Номенклатура. Получение галогеналкенов: из дигалогеналканов, из алкинов. Способы получения галогенаренов: прямое галогенирование аренов; с использованием солей диазония. Характеристика связи углерод-галоген. Реакционная способность атома галогена, связанного с ароматическим ядром. Реакции нуклеофильного замещения галогена в ароматическом ряду, ариновый механизм. Влияние заместителей на подвижность</p>

		<p>галогена в ароматическом ядре. Галогены как ориентанты в реакциях электрофильного ароматического замещения. Реакции в углеродном радикале: присоединение, полимеризация, замещение. Отдельные представители: винилхлорид, тетрафторэтилен, тефлон, хлоропрен, хлорбензол, хлорфенолы, диоксины.</p> <p>Токсикологические свойства и техника безопасности при работе с галогенопроизводными.</p>
<b>P1T2</b>	Элементарорганические соединения.	<p>Металлорганические соединения. Классификация и номенклатура. Характер связи углерод-металл. Свойства металлорганических соединений в зависимости от положения металла в периодической системе химических элементов Д.И. Менделеева. Магнийорганические соединения, их получение и свойства: взаимодействие с веществами, содержащими активный водород, с галогенопроизводными, альдегидами, кетонами, углекислым газом, окисью этилена, нитрилами. Значение Li, Mg, Zn, Hg-органических соединений. Техника безопасности при работе с металлоорганическими соединениями.</p> <p>Кремнийорганические соединения. Сравнение электронного строения атомов кремния и углерода. Особенности связей Si-Si, Si-O, Si-C. Причины отсутствия связей Si=Si, Si=C. Классификация кремнийорганических соединений. Силаны и алкилсиланы, характер связи Si-H, сравнение со свойствами алканов. Четыреххлористый кремний, получение и свойства. Алкилхлорсиланы, сравнение их свойств с алкилхлоридами. Получение алкилхлорсиланов из кремния и галогенопроизводных. Алкилсиланола, силоксаны, алкилсилазаны. Полисилоксаны и полисилазаны. Получение, свойства, применение (смазочные масла, каучуки, гидрофобные покрытия). Техника безопасности при работе с кремнийорганическими соединениями.</p>
<b>P1T3</b>	Гидроксипроизводные углеводов.	<p>Гидроксипроизводные со связью C(sp<sup>3</sup>)-ОН. Одноатомные спирты. Номенклатура. Изомерия. Получение спиртов гидролизом галогеналканов, гидратацией алкенов, восстановлением альдегидов и кетонов, взаимодействием магнийорганических соединений с альдегидами, кетонами, окисью этилена. Водородная связь, ее влияние на физические свойства. Химические свойства. Кислотные свойства. Константа кислотности. Алкоголяты, их свойства. Основные свойства спиртов. Соли оксония. Образование сложных эфиров (реакция этерификации), дегидратация (получение алкенов и простых эфиров). Реакция нуклеофильного замещения гидроксильной группы на галоген с использованием галогеноводородов, галогенидов фосфора и хлористого тионила. Окисление спиртов. Отдельные представители: метанол, этанол, изопропанол, двухатомный спирт этиленгликоль, трехатомный спирт глицерин (получение, использование). Техника безопасности при работе с метиловым и этиловым спиртами, этиленгликолем.</p> <p>Гидроксипроизводные со связью C(sp<sup>2</sup>)-ОН. Фенолы. Методы получения фенолов: из солей сульфокислот,</p>

		<p>галогенопроизводных, из кумола и ароматических аминов. Физические свойства фенолов. Химические свойства. Кислотность. Влияние, оказываемое на кислотные свойства о- и п-заместителями. Образование фенолятов. Реакции алкилирования и ацилирования фенолов. Особенности реакций электрофильного замещения водорода ядра у фенолов (галогенирование, нитрование, сульфирование). Гидрирование и окисление фенолов. Конденсация фенолов с альдегидами. Фенолформальдегидные смолы. Фенол, пикриновая кислота (получение и применение). Техника безопасности при работе с фенолами.</p>
<b>Р1Т4</b>	Карбонильные соединения.	<p>Классификация. Изомерия и номенклатура. Методы синтеза карбонильных соединений: окислением спиртов, окислением гомологов аренов, пиролизом солей карбоновых кислот, гидратацией алкинов (реакцией Кучерова), методом каталитического алкилирования Фриделя-Крафтса, оксосинтезом. Строение карбонильной группы (длина, полярность, поляризуемость связи). Сравнение связей C=O и C=C. Физические свойства карбонильных соединений. Химические свойства. Реакции нуклеофильного присоединения по карбонильной группе: взаимодействие с водой, спиртами, синильной кислотой, реактивами Гриньяра, бисульфитом натрия, алкинами. Взаимодействие с аминами (образование азометинов), гидроксиламином (образование оксимов), гидразином и его производными (образование гидразонов). Сравнение реакционной способности альдегидов и кетонов в реакциях нуклеофильного присоединения. Альдольная и кротоновая конденсация. Механизм реакции. Реакция Канниццаро. Окисление и восстановление альдегидов и кетонов. Хиноны. Методы получения, реакции восстановления и присоединения. Отдельные представители: муравьиный альдегид, уксусный альдегид, ацетон, акролеин, бензальдегид (получение, свойства, применение в промышленности).</p>
<b>Р1Т5</b>	Карбоновые кислоты и их производные.	<p>Классификация. Предельные одноосновные кислоты. Изомерия и номенклатура. Методы получения (окисление алканов, первичных спиртов, альдегидов, гомологов бензола, гидролиз нитрилов, трихлорметильных производных, из галогенопроизводных через магнийорганические соединения, оксосинтезом). Строение карбоксильной группы и карбоксилат-иона. Эффект сопряжения. Физические свойства. Водородные связи и их влияние на физические свойства. Химические свойства. Кислотные свойства, их зависимость от строения углеводородного радикала и стабильности аниона в жирном и ароматическом рядах. Получение солей, сложных эфиров (механизм реакции этерификации), ангидридов, галогенангидридов, амидов, нитрилов. Свойства и применение функциональных производных карбоновых кислот. Декарбоксилирование, восстановление и галогенирование карбоновых кислот. Отдельные представители: уксусная кислота и ее функциональные производные, муравьиная кислота (особенности строения и химических свойств), высшие жирные кислоты (пальмитиновая, стеариновая, олеиновая), бензойная кислота, салициловая кислота (аспирин),</p>

		адипиновая кислота. Получение и применение. Жиры и масла. Строение и консистенция. Высыхающие масла. Омыление жиров. Поверхностно-активные вещества. Техника безопасности при работе с карбоновыми кислотами и их производными.
<b>P1T6</b>	Сульфокислоты.	Изомерия и номенклатура. Методы получения сульфокислот алифатического и ароматического рядов. Сульфирующие агенты. Условия сульфирования алканов и аренов. Механизм реакции. Обратимость процесса. Строение сульфогруппы. Физические свойства сульфокислот. Химические свойства. Реакции сульфогруппы (кислотность, образование солей, сульфохлоридов). Реакция десульфирования. Реакции нуклеофильного замещения сульфогруппы: щелочное плавление, получение нитрилов. Реакции бензольного ядра ароматических сульфокислот. Получение и свойства функциональных производных сульфокислот: сульфохлоридов, сульфамидов. Применение сульфокислот в качестве СМС, для производства фенолов, сульфаниламидных препаратов (стрептоцид, сульфидин). Техника безопасности при проведении реакции сульфирования и хлорсульфирования.
<b>P1T7</b>	Нитросоединения.	Классификация. Изомерия. Номенклатура. Получение нитросоединений жидкофазным и парофазным нитрованием алканов, из галогенопроизводных. Введение нитрогруппы в бензольное ядро и боковую цепь, нитрующие агенты. Условия реакции нитрования и механизм. Ион нитрония, условия его образования, электронное и геометрическое строение. Строение нитрогруппы и ее влияние на углеводородные радикалы. Физические свойства нитросоединений. Химические свойства. Реакция восстановления. Механизм восстановления нитробензола в анилин в кислой среде. Промежуточные продукты, образующиеся при восстановлении нитробензола в щелочной среде. Частичное восстановление. СН-Кислотность. Таутомерия нитросоединений. Взаимодействие со щелочами. Мезомерный анион. Конденсация с карбонильными соединениями, нитрозирование (использование этой реакции для определения строения), галогенирование. Влияние нитрогруппы на скорость и направление реакций электрофильного и нуклеофильного замещения в ароматических нитросоединениях. Отдельные представители: нитрометан, нитробензол, тринитротолуол, пикриновая кислота (получение, свойства, применение в промышленности). Техника безопасности при работе с нитропроизводными.
<b>P1T8</b>	Амины.	Классификация аминов. Изомерия. Номенклатура. Получение аминов восстановлением нитросоединений (реакция Н.Н. Зинина), нитрилов, амидов; алкилированием аммиака; из амидов кислот перегруппировкой Гофмана; аминированием галогенопроизводных. Электронное и пространственное строение атома азота в аминах. Физические свойства аминов. Химические свойства. Основность и ее зависимость от природы углеводородного радикала. Реакции аминов: образование солей, алкилирование аминов, ацилирование (получение амидов). Взаимодействие первичных, вторичных и третичных аминов с азотистой кислотой. Особенности

		проведения реакций электрофильного замещения водорода ядра у аминов. Защита аминогруппы. Сравнение химических свойств аминов жирного и ароматического рядов. Отдельные представители (получение и применение): метил-, диметил-, триметиламин, этилендиамин, гексаметилендиамин, анилин, N,N-диметиланилин, сульфаниловая кислота. Полиамиды (наилон, капрон). Техника безопасности при работе с аминами.
<b>Р1Т9</b>	Диазо- и азосоединения.	Реакция диазотирования. Условия ее проведения, механизм. Электронное строение солей диазония. Строение диазосоединений в зависимости от pH среды. Физические свойства солей диазония. Химические свойства. Реакции, протекающие с выделением азота: замещение диазогруппы на галоген, гидрокси- и алкоксигруппы, водород, циано- и нитрогруппу (реакции Зандмайера, Шимана). Реакции, протекающие без выделения азота: образование арилгидразинов и азосочетание. Механизм реакции азосочетания. Условия азосочетания с аминами и фенолами. Азо- и диазосоставляющие. Ограничения реакции азосочетания и условия ее проведения в зависимости от природы азосоставляющей. Азокрасители. Синтез метилоранжа и его индикаторные свойства. Цвет и строение органических соединений. Хромофоры и ауксохромы. Техника безопасности при работе с диазосоединениями.

### 1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	учебно-исследовательская, научно-исследовательская целенаправленная работа с информацией для использования в практических целях	Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности	ОПК-3 - Способен проводить исследования и изыскания для решения прикладных инженерных задач относящихся к профессиональной деятельности, включая проведение измерений, планирование и постановку экспериментов, интерпретацию полученных результатов	Д-1 - Проявлять заинтересованность в содержании и результатах исследовательской работы

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## **2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Дополнительные главы органической химии**

#### **Электронные ресурсы (издания)**

1. Гауптман, З., З., Потапов, В. М.; Органическая химия : учебник.; Химия, Москва; 1979; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=450009> (Электронное издание)
2. Ким, А. М.; Органическая химия : учебное пособие.; Сибирское университетское издательство, Новосибирск; 2004; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=57255> (Электронное издание)
3. , Гулевской, , А. В.; Органическая химия. Ч.1. Алифатические соединения : учебное пособие.; Издательство Южного федерального университета, Ростов-на-Дону, Таганрог; 2017; <http://www.iprbookshop.ru/87455.html> (Электронное издание)
4. , Гулевской, , А. В.; Органическая химия. Ч.2. Ароматические соединения : учебное пособие.; Издательство Южного федерального университета, Ростов-на-Дону, Таганрог; 2017; <http://www.iprbookshop.ru/87456.html> (Электронное издание)

#### **Печатные издания**

1. Петров, А. А., Бальян, Х. В., Стадничук, М. Д., Трощенко, А. Т.; Органическая химия : учебник для студентов химико-технол. вузов и фак.; Иван Федоров, Санкт-Петербург; 2002 (482 экз.)
2. Шабаров, Ю. С.; Органическая химия : учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению "Химия"; Химия, Москва; 2002 (98 экз.)
3. , Белобородов, В. Л., Зурабян, С. Э., Лузин, А. П., Тюкавкина, Н. А.; Органическая химия : учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности "Фармация". Кн. 1. Основной курс; Дрофа, Москва; 2004 (101 экз.)
4. Нейланд, О. Я.; Органическая химия : Учебник для хим. спец. вузов.; Высшая школа, Москва; 1990 (74 экз.)
5. Швехгеймер, М.-Г. А.; Органическая химия : [учеб. для нехим. спец. вузов].; Высшая школа, Москва; 1994 (2 экз.)
6. Терней, А., Карпейская, Е. И., Орлова, Л. М., Суворов, Н. Н.; Современная органическая химия : в 2 т. Т. 1. ; Мир, Москва; 1981 (20 экз.)
7. Терней, А., Карпейская, Е. И., Верховцева, М. И., Суворов, Н. Н.; Современная органическая химия : в 2 т. Т. 2. ; Мир, Москва; 1981 (18 экз.)
8. Моррисон, Р.; Органическая химия : Учебник: Пер. с англ.; Мир, Москва; 1974 (17 экз.)
9. Травень, В. Ф.; Органическая химия : Учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению "Хим. технология и биотехнология" и хим.-технол. напр. подгот. дипломир. специалистов : В 2 т. Т. 1. ; Академкнига, Москва; 2004 (2 экз.)
10. Травень, В. Ф.; Органическая химия : Учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению "Хим. технология и биотехнология" и хим.-технол. напр. подгот. дипломир. специалистов : В 2 т. Т. 2. ; Академкнига, Москва; 2004 (2 экз.)
11. Травень, В. Ф.; Т. 1 : учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности 020201 - фундаментальная и прикладная химия.; Лаборатория знаний, Москва; 2021 (3 экз.)
12. Травень, В. Ф.; Т. 2 : учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по

специальности 020201 - фундаментальная и прикладная химия.; Лаборатория знаний, Москва; 2021 (2 экз.)

13. Травень, В. Ф.; Т. 3 : учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности 020201 - фундаментальная и прикладная химия.; Лаборатория знаний, Москва; 2021 (2 экз.)

14. Реутов, О. А.; Ч. 1 : учебник для вузов.; БИНОМ. Лаборатория знаний, Москва; 2007 (15 экз.)

15. Реутов, О. А.; Ч. 2 : учебник для вузов.; БИНОМ. Лаборатория знаний, Москва; 2007 (15 экз.)

16. Реутов, О. А.; Ч. 3 : учебник для вузов.; БИНОМ. Лаборатория знаний, Москва; 2010 (18 экз.)

17. Реутов, О. А.; Ч. 4 : учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению и специальности "Химия"; БИНОМ. Лаборатория знаний, Москва; 2011 (21 экз.)

### **Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы**

Уломский, Е. Н., Носова, Э. В., Утепова, И. А., Деев, С. Л., Чупахин, О. Н., Русинов, В. Л. Органический синтез : практикум. Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б. Н. Ельцина. - Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2020. - 114 с.- ISBN 978-5-7996-3117-8 (<https://elar.urfu.ru/handle/10995/95324>).

Зональная научная библиотека УрФУ. – URL: <http://lib.urfu.ru/>

Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» - <http://www.biblioclub.ru/>

Полнотекстовая БД по строительству, архитектуре, техническим наукам - <http://www.iprbookshop.ru/>

Институт научной информации по общественным наукам РАН (ИНИОН РАН). – URL: <http://www.inion.ru/>

Научная библиотека МГУ. – URL: <http://nbgmu.ru/>

Национальная электронная библиотека. – URL: <https://elibrary.ru/>

Российская государственная библиотека (РГБ). – URL: <http://www.rsl.ru/>

Российская национальная библиотека (РНБ). – URL: <http://www.nlr.ru/>

Свердловская областная универсальная научная библиотека им. В.Г. Белинского – URL: [http://book.uraic.ru/el\\_library](http://book.uraic.ru/el_library)

<http://www.scopus.com/> (библиографическая и реферативная база данных компании Elsevier)

<http://elibrary.ru/> (научная электронная библиотека)

<http://www.nature.com/nchem> (издательство журнала Nature Chemistry)

<http://pubs.asc.org> (издательство American Chemical Society)

<https://www.reaxys.com/> (база данных по химическим наукам от компании Elsevier)

<https://scifinder.cas.org/> (база данных Chemical Abstracts Service)

<https://www.webofscience.com/wos/woscc/basic-search> (база данных научного цитирования)

<https://onlinelibrary.wiley.com/> (международное издательство John Wiley & Sons)

<https://link.springer.com/> (международное издательство Springer Science+Business Media)

<https://www.rsc.org/> (научное сообщество Соединённого Королевства)



<https://www.sciencedirect.com/> (база данных от компании Elsevier)

<https://www.tandfonline.com/> (международное научное книжно-журнальное издательство)

<https://www.science.org/> (журнал Американской ассоциации содействия развитию науки)

<https://www.cell.com/> (Cell Press - издательство корпорации Elsevier)

<https://www.annualreviews.org/journal/physchem> («Annual Reviews» - американское издательство книг и журналов)

<https://elsevierscience.ru/> (издательство Elsevier)

<https://www.iucr.org/> (международное научное объединение кристаллографов)

<https://ccdc.cam.ac.uk/> (База структурных данных Кембриджского кристаллографического центра)

<https://www.asbmb.org/> (Американское общество биохимии и молекулярной биологии)

<https://www.turpion.org/> (издательство Turpion Limited)

<https://www.mdpi.com/> (издатель научных журналов с открытым доступом)

### **Материалы для лиц с ОВЗ**

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

### **Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

## **3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Дополнительные главы органической химии**

### **Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением**

Таблица 3.1

<b>№ п/п</b>	<b>Виды занятий</b>	<b>Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы</b>	<b>Перечень лицензионного программного обеспечения</b>
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES

		санитарными правилами и нормами	
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов  Рабочее место преподавателя  Доска аудиторная  Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
3	Лабораторные занятия	Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
4	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов  Рабочее место преподавателя  Доска аудиторная	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM  Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
5	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов  Рабочее место преподавателя  Доска аудиторная	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM  Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
6	Самостоятельная работа студентов	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов  Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES  Браузер Google Chrome или Mozilla Firefox

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Неравновесные явления в сложных**  
**химических процессах**

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Брусницына Людмила Александровна	кандидат химических наук, доцент	Доцент	физической и коллоидной химии
2	Виноградова Татьяна Владимировна	кандидат химических наук, без ученого звания	Доцент	физической и коллоидной химии
3	Степановских Елена Ивановна	кандидат химических наук, доцент	Доцент	физической и коллоидной химии

**Рекомендовано учебно-методическим советом института Химико-технологический**

Протокол № 8 от 25.08.2021 г.

# 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

## 1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- С применением электронного обучения на основе электронных учебных курсов, размещенных на LMS-платформах УрФУ
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
  - Базовый уровень

*\*Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

*Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.*

## 1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Неравновесные процессы в ионных системах	<p>Общие черты и различия в описании равновесных и неравновесных процессов. Фундаментальное уравнение Гиббса для неравновесных процессов. Изменение энтропии в равновесном и неравновесном процессах.</p> <p>Неравновесные и равновесные явления в гомогенных ионных системах. Характеристики равновесий в ионных системах. Способы расчета равновесных свойств систем.</p> <p>Механизм переноса тока в растворах электролитов. Скорость движения ионов. Удельная и эквивалентная электрические проводимости растворов электролитов. Зависимость электропроводимости от различных факторов. Закон независимого движения ионов. Уравнение Кольрауша. Уравнение Онзагера. Кондуктометрия и ее использование в химии.</p> <p>Неравновесные и равновесные явления в гетерогенных ионных системах. Современный взгляд на причины возникновения двойного электрического слоя. Виды электрохимических цепей. Электролизеры и законы электролиза. Гальванические элементы и их характеристики. Применение метода ЭДС в химии.</p> <p>Понятие о современной теории неравновесных процессов</p>

P2	Кинетика простых реакций	<p>Скорость реакции. Кинетический закон действующих масс. Константа скорости реакции. Молекулярность и порядок реакции. Кинетические кривые, методы их получения и обработки.</p> <p>Кинетические уравнения для моно- и бимолекулярных необратимых реакций в закрытых системах. Частные случаи реакции второго порядка. Односторонние реакции n-го порядка. Методы определения частных порядков реакции.</p> <p>Понятие о кинетике реакций в открытых системах.</p> <p>Зависимость константы скорости от температуры. Методы определения величины энергии активации.</p> <p>Элементарный акт химического превращения. Теория активных столкновений. Теория переходного состояния или активированного комплекса</p>
P3	Кинетика многостадийных реакций	<p>Кинетика гомогенных многостадийных реакций: обратимые реакции; параллельные реакции; последовательные реакции.</p> <p>Принцип квазистационарных концентраций и его применение.</p> <p>Цепные реакции. Кинетические уравнения неразветвленных и разветвленных цепных реакций.</p> <p>Фотохимические реакции. Законы фотохимии. Квантовый выход.</p> <p>Автокаталитические реакции. Сопряженные реакции.</p> <p>Кинетические закономерности гетерогенных реакций.</p>
P4	Катализ	<p>Виды катализа: гомогенный, межфазный, гетерогенный. Характеристики катализа: специфичность, селективность, промотирование.</p> <p>Механизмы гомогенного катализа: стадийный и слитный. Пример гомогенного катализа: кислотно-основный (специфический кислотный; общий кислотный; специфический основный; общий основный). Ферментативный катализ и его особенности. Ингибирование ферментативных реакций. Виды ингибирования.</p> <p>Особенности гетерогенного катализа. Стадии гетерогенного катализа.</p>

### 1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной	Вид воспитательной	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
----------------------------	--------------------	----------------------------------------	-------------	---------------------

деятельности	деятельности			
Профессиональное воспитание	учебно-исследовательская, научно-исследовательская целенаправленная работа с информацией для использования в практических целях	Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности Технология самостоятельной работы	ОПК-3 - Способен проводить исследования и изыскания для решения прикладных инженерных задач относящихся к профессиональной деятельности, включая проведение измерений, планирование и постановку экспериментов, интерпретацию полученных результатов	Д-1 - Проявлять заинтересованность в содержании и результатах исследовательской работы

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## 2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Неравновесные явления в сложных химических процессах

#### Электронные ресурсы (издания)

1. Воробьев, А. Х., Мельников, М. Я.; Практическая химическая кинетика. Химическая кинетика в задачах с решениями : учебное пособие.; Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва; 2006; <http://www.iprbookshop.ru/13107.html> (Электронное издание)
2. ; Электрохимия и химическая кинетика : учебное пособие.; Казанский национальный исследовательский технологический университет, Казань; 2014; <http://www.iprbookshop.ru/63561.html> (Электронное издание)
3. , Степановских, Е. И.; Физическая химия. Курсовые работы : учебное пособие.; Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, Екатеринбург; 2014; <http://www.iprbookshop.ru/66610.html> (Электронное издание)
4. Степановских, Е. И., Маркова, В. Ф.; Использование графических зависимостей в физической химии : учебное пособие.; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2017; <http://www.iprbookshop.ru/106380.html> (Электронное издание)

#### Печатные издания

1. Степановских, Е. И., Марков, В. Ф.; Физическая химия ионных систем : учебник для студентов вуза, обучающихся по программе бакалавриата по направлению подготовки 18.03.01 "Химическая технология"; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2020 (15 экз.)
2. Степановских, Е. И., Марков, В. Ф.; Химическая кинетика: решение задач : учебно-методическое пособие для студентов вуза, обучающихся по направлениям подготовки 18.03.01 "Химическая

технология", 19.03.01 "Биотехнология", 18.03.02 "Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии".; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2019 (15 экз.)

3. Степановских, Е. И., Марков, В. Ф.; Неравновесные явления в химических процессах : учебник для студентов вуза, обучающихся по программе бакалавриата по направлению подготовки 18.03.01 "Химическая технология".; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2020 (25 экз.)

4. Байрамов, В. М., Лунин, В. В.; Основы химической кинетики и катализа : учеб. пособие для студентов хим. фак. ун-тов, обучающихся по специальности 011000 "Химия" и направлению 510500 "Химия".; Академия, Москва; 2003 (16 экз.)

5. Стромберг, А. Г., Семченко, Д. П., Стромберг, А. Г.; Физическая химия : учебник для студентов вузов, обучающихся хим. специальностям.; Высшая школа, Москва; 2003 (34 экз.)

6. Стромберг, А. Г., Стромберг, А. Г.; Физическая химия : учебник для студентов вузов, обучающихся по хим. специальностям.; Высшая школа, Москва; 2001 (72 экз.)

7. , Краснов, К. С.; Физическая химия : учебник для студентов вузов : в 2 кн. Кн. 2. Электрохимия. Химическая кинетика и катализ; Высшая школа, Москва; 2001 (148 экз.)

8. Романовский, Б. В.; Основы химической кинетики : учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности 011000 - Химия.; Экзамен, Москва; 2006 (20 экз.)

9. , Барон, Н. М., Пономарева, А. М., Равдель, А. А., Тимофеева, З. Н.; Краткий справочник физико-химических величин; АРИС, Москва; 2010 (199 экз.)

10. , Домаскин, Б. Б.; Практикум по электрохимии : [учеб. пособие для хим. спец. вузов.]; Высшая школа, Москва; 1991 (29 экз.)

11. , Топчиева, К. В., Федорович, Н. Ф., Шевельков, В. Ф.; Физическая химия в вопросах и ответах. Кинетика. Электрохимия : Учеб. пособие для хим. специальностей ун-тов.; МГУ, Москва; 1981 (17 экз.)

12. Дамаскин, Б. Б., Галицкая, Л. И.; Электрохимия : учебник для вузов.; Химия, Москва; 2006 (48 экз.)

### **Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы**

Степановских Е. И. Неравновесные явления в сложных химических процессах ЭУК  
[https://learn.urfu.ru/subject/index/card/subject\\_id/3734](https://learn.urfu.ru/subject/index/card/subject_id/3734)

Брусницына Л. А. Неравновесные явления в сложных химических процессах ЭУК  
[https://learn.urfu.ru/subject/index/card/subject\\_id/3762](https://learn.urfu.ru/subject/index/card/subject_id/3762)

Образовательный портал УрФУ <http://study.urfu.ru>

Электронный научный архив УрФУ <http://elar.urfu.ru>

Электронная библиотека учебных материалов по химии портала фундаментального химического образования России ChemNet. <http://www.chem.msu.ru/rus/elibrary/>

Зональная научная библиотека УрФУ: <http://lib.urfu.ru/>

Российская электронная научная библиотека: <http://www.elibrary.ru>

Поисковая система публикаций научных изданий: <http://www.sciencedirect.com>

Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» - <http://www.biblioclub.ru/>

Свердловская областная универсальная научная библиотека им. В.Г. Белинского – URL:  
[http://book.uraic.ru/el\\_library](http://book.uraic.ru/el_library)

### **Материалы для лиц с ОВЗ**

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

### **Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

1. Степановских Е.И. , Брусницына Л.А. Электрохимическая термодинамика. ЭОР УрФУ №13544. / Е.И. Степановских, Л.А. Брусницына. – Текст : электронный // Уральский федеральный университет. Портал информационно-образовательных ресурсов : сайт. – 2016. – 8 нояб. URL: <https://study.urfu.ru/Aid/ViewMeta/13544> (дата обращения: 05.05.2021).
2. Степановских Е.И. , Брусницына Л.А. Химические равновесия в ионных системах. ЭОР УрФУ №13588. / Е.И. Степановских, Л.А. Брусницына. – Текст : электронный // Уральский федеральный университет. Портал информационно-образовательных ресурсов : сайт. – 2017. – 22 февр. URL: <https://study.urfu.ru/Aid/ViewMeta/13588> (дата обращения: 05.05.2021).
3. Степановских Е.И. Электроды гальванических элементов. ЭОР УрФУ № 13600 / Е.И. Степановских. – Текст : электронный // Уральский федеральный университет. Портал информационно-образовательных ресурсов : сайт. – 2017. – 19 мая. URL : <https://study.urfu.ru/Aid/ViewMeta/13600> (дата обращения: 05.05.2021).
4. Степановских Е.И. Межчастичные взаимодействия в ионных системах. ЭОР № 13589 /Е.И. Степановских. – Текст : электронный // Уральский федеральный университет. Портал информационно-образовательных ресурсов : сайт. – 2017. – 2 март. URL : <https://study.urfu.ru/Aid/ViewMeta/13589> (дата обращения: 05.05.2021).
5. Степановских Е.И. Экспериментальные исследования физико-химических закономерностей. ЭОР УрФУ № 13738 / Е.И. Степановских. – Текст : электронный // Уральский федеральный университет. Портал информационно-образовательных ресурсов : сайт. – 2018. – 10 нояб. URL : <https://study.urfu.ru/Aid/ViewMeta/13738> (дата обращения: 05.05.2021).
6. Степановских Е.И. Практикум по ионным системам. ЭОР УрФУ № 13710 /Е.И. Степановских. – Текст : электронный // Уральский федеральный университет. Портал информационно-образовательных ресурсов : сайт. – 2018. – 9 февр. URL : <https://study.urfu.ru/Aid/ViewMeta/13710> (дата обращения: 05.05.2021).
7. Степановских Е.И. Дополнительные главы физхимии. ЭОР УрФУ № 13739 /Е.И. Степановских. – Текст : электронный // Уральский федеральный университет. Портал информационно-образовательных ресурсов : сайт. – 2018. – 10 нояб. URL : <https://study.urfu.ru/Aid/ViewMeta/13739> (дата обращения: 05.05.2021).
8. Степановских Е.И. Неравновесные явления в сложных химических процессах. ЭОР УрФУ № 13737. /Е.И. Степановских. – Текст : электронный // Уральский федеральный университет. Портал информационно-образовательных ресурсов : сайт. – 2018. – 10 нояб. URL : <https://study.urfu.ru/Aid/ViewMeta/13737> (дата обращения: 05.05.2021).
9. Брусницына Л.А. Неравновесные явления в сложных химических процессах. ЭОР УрФУ № 13763. /Л.А. Брусницына. – Текст : электронный // Уральский федеральный университет. Портал информационно-образовательных ресурсов : сайт. – 2018. – 10 нояб. URL : <https://study.urfu.ru/Aid/ViewMeta/13763> (дата обращения: 05.05.2021).



10. Степановских Е.И. Сопряженные процессы в химии. ЭОР № 13881 /Е.И. Степановских. – Текст : электронный // Уральский федеральный университет. Портал информационно-образовательных ресурсов : сайт. – 2019. – 11 июля. URL : <https://study.urfu.ru/Aid/ViewMeta/13881> (дата обращения: 05.05.2021).

11. Степановских Е.И. Электропроводность ионных систем ЭОР УрФУ № 13879 /Е.И. Степановских. – Текст : электронный // Уральский федеральный университет. Портал информационно-образовательных ресурсов : сайт. – 2019. – 11 июля. URL : <https://study.urfu.ru/Aid/ViewMeta/13879>. (дата обращения: 05.05.2021).

12. Степановских Е.И. Кинетика химического меднения. ЭОР УрФУ № 14043/ Е.И. Степановских. – Текст : электронный // Уральский федеральный университет. Портал информационно-образовательных ресурсов : сайт. – 2020. – 22 сент. URL : <https://study.urfu.ru/Aid/ViewMeta/14043> (дата обращения: 05.05.2021).

13. Степановских Е.И. Кинетика ферментативных реакций. ЭОР УрФУ № 14044/Е.И. Степановских. – Текст : электронный // Уральский федеральный университет. Портал информационно-образовательных ресурсов : сайт. – 2020. – 22 сент. URL : <https://study.urfu.ru/Aid/ViewMeta/14044> (дата обращения: 05.05.2021).

14. Степановских Е. И. Энтропия равновесных и неравновесных процессов. ЭОР УрФУ № 13880 / Е. И. Степановских. – Текст : электронный // Уральский федеральный университет. Портал информационно-образовательных ресурсов : сайт. – 2019. – 11 июля. URL : <https://study.urfu.ru/Aid/ViewMeta/13880> (дата обращения: 05.05.2021).

### 3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### Неравновесные явления в сложных химических процессах

#### Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Подключение к сети Интернет Мультимедийная аудитория	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Браузер Goole Chrome или Mozilla Firefox
2	Лабораторные занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES

		<p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p>	<p>Браузер Goole Chrome или Mozilla Firefox</p>
3	Консультации	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p>	<p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p> <p>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Браузер Goole Chrome или Mozilla Firefox</p>
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p> <p>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Браузер Goole Chrome или Mozilla Firefox</p>
5	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p> <p>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Браузер Goole Chrome или Mozilla Firefox</p>

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Физико-химические основы сложных**  
**ионных систем**

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Виноградова Татьяна Владимировна	кандидат химических наук, без ученого звания	Доцент	физической и коллоидной химии
2	Степановских Елена Ивановна	кандидат химических наук, доцент	Доцент	физической и коллоидной химии

**Рекомендовано учебно-методическим советом института Химико-технологический**

Протокол № 8 от 25.08.2021 г.

# 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- **Виноградова Татьяна Владимировна, Доцент, физической и коллоидной химии**
- **Степановских Елена Ивановна, Доцент, физической и коллоидной химии**

## 1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- С применением электронного обучения на основе электронных учебных курсов, размещенных на LMS-платформах УрФУ
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
  - Базовый уровень

*\*Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

*Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.*

## 1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Ионные равновесия в растворах. Межчастичные взаимодействия в растворе электролита.	Общие сведения об ионных системах. Особенности описания равновесий в ионных системах. Многоступенчатая ионизация. Ионные равновесия при гидролизе солей. Ионные равновесия в гетерогенных системах. Смещение ионных равновесий. Графические способы изображения равновесий. Особенности химического равновесия в насыщенных растворах малорастворимых веществ. Растворимость ионных соединений. Виды взаимодействий между частицами в ионных системах. Водородная связь. Ассоциации. Сольватация. Термодинамические характеристики процесса сольватации. Средняя ионная активность и коэффициент активности. Распределение ионов в растворе электролита. Теория Дебая–Хюккеля. Применение теории Дебая – Хюккеля для объяснений явлений, наблюдаемых в ионных системах.
P2	Фазовые равновесия в ионных системах. Термодинамика ионных систем.	Условие фазового равновесия. Возникновение межфазного скачка потенциалов в ионных системах. Общие сведения об электрохимических цепях. Обратимые электрохимические цепи. Электродный потенциал. Влияние различных факторов

		<p>на электродный потенциал. Вычисление ЭДС гальванического элемента. Классификация электродов.</p> <p>Связь ЭДС элемента с термодинамическими функциями, характеризующими реакцию, протекающую в гальваническом элементе. Применение метода ЭДС. Использование метода ЭДС для определения средних ионных коэффициентов активности, константы ионизации слабой кислоты и pH-раствора. Расчет термодинамических величин по данным о стандартных электродных потенциалах. Графические методы описания окислительно-восстановительных равновесий. Диаграмма Пурбе.</p> <p>Особенности термодинамического описания ионных систем. Основные уравнения термодинамики для ионных систем. Термодинамические свойства ионов.</p>
<b>РЗ</b>	Кинетические закономерности реакций в ионных системах.	<p>Кинетические закономерности реакций в ионных системах. Электролитические эффекты. Влияние различных факторов на скорость реакций в растворах. Особенности быстрых реакций с участием ионов. Каталитические реакции с использованием ионов.</p>

### 1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	<p>учебно-исследовательская, научно-исследовательская</p> <p>профориентационная деятельность</p> <p>целенаправленная работа с информацией для использования в практических целях</p>	<p>Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности</p> <p>Технология самостоятельной работы</p>	<p>ОПК-3 - Способен проводить исследования и изыскания для решения прикладных инженерных задач относящихся к профессиональной деятельности, включая проведение измерений, планирование и постановку экспериментов, интерпретацию полученных результатов</p>	<p>Д-1 - Проявлять заинтересованность в содержании и результатах исследовательской работы</p>

### 1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## 2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Физико-химические основы сложных ионных систем

#### Электронные ресурсы (издания)

1. Березина, С. Л., Фадеев, Г. Н.; Основы электрохимии : учебное пособие.; Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, Москва; 2006; <http://www.iprbookshop.ru/31636.html> (Электронное издание)
2. ; Электрохимия и химическая кинетика : учебное пособие.; Казанский национальный исследовательский технологический университет, Казань; 2014; <http://www.iprbookshop.ru/63561.html> (Электронное издание)
3. , Степановских, Е. И.; Физическая химия. Курсовые работы : учебное пособие.; Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, Екатеринбург; 2014; <http://www.iprbookshop.ru/66610.html> (Электронное издание)
4. , Китаев, Г. А., Макурин, Ю. Н., Марков, В. Ф., Степановских, Е. И.; Равновесия в насыщенных растворах малорастворимых соединений : Метод. указания к курсовой работе по физ. химии для студентов дневной формы обучения хим.-технол. фак. и фак. строит. материаловедения.; УГТУ-УПИ, Екатеринбург; 2001; <http://library.ustu.ru/dspace/handle/123456789/1182> (Электронное издание)
5. Степановских, Е. И., Маркова, В. Ф.; Использование графических зависимостей в физической химии : учебное пособие.; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2017; <http://www.iprbookshop.ru/106380.html> (Электронное издание)
6. Степановских, Е. И., Маркова, В. Ф.; Ионные системы: решение задач : учебно-методическое пособие.; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2018; <http://www.iprbookshop.ru/107039.html> (Электронное издание)

#### Печатные издания

1. Байрамов, В. М., Лунин, В. В.; Основы электрохимии : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности 011100 "Химия" и направлению 510500 "Химия".; Академия, Москва; 2005 (12 экз.)
2. Степановских, Е. И., Марков, В. Ф.; Ионные системы: решение задач : учебно-методическое пособие для студентов вуза, обучающихся по направлениям подготовки 18.03.01 "Химическая технология", 19.03.01 "Биотехнология", 18.03.02 "Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии".; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2018 (10 экз.)
3. Степановских, Е. И., Марков, В. Ф.; Физическая химия ионных систем : учебник для студентов вуза, обучающихся по программе бакалавриата по направлению подготовки 18.03.01 "Химическая технология".; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2020 (15 экз.)
4. Степановских, Е. И., Марков, В. Ф.; Неравновесные явления в химических процессах : учебник для студентов вуза, обучающихся по программе бакалавриата по направлению подготовки 18.03.01 "Химическая технология".; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2020 (25 экз.)
5. Дамаскин, Б. Б., Петрий, О. А., Царлина, Г. А., Галицкая, Л. И.; Электрохимия : учебник [для вузов] по направлению 510500 "Химия" и специальности 011000 "Химия".; Химия : КолосС, Москва; 2006 (36 экз.)
6. Стромберг, А. Г., Стромберг, А. Г.; Физическая химия : учебник для студентов вузов, обучающихся по хим. специальностям.; Высшая школа, Москва; 2001 (72 экз.)
7. , Краснов, К. С.; Физическая химия : учебник для студентов вузов : в 2 кн. Кн. 2. Электрохимия.

Химическая кинетика и катализ; Высшая школа, Москва; 2001 (148 экз.)

8. Лукомский, Ю. Я., Гамбург, Ю. Д.; Физико-химические основы электрохимии : учеб. для хим. и хим.-технол. специальностей ун-та.; Интеллект, Долгопрудный; 2008 (10 экз.)

9. Салем, Р. Р.; Физическая химия. Начала теоретической электрохимии; [КомКнига], Москва; 2005 (99 экз.)

10. , Барон, Н. М., Пономарева, А. М., Равдель, А. А., Тимофеева, З. Н.; Краткий справочник физико-химических величин; АРИС, Москва; 2010 (199 экз.)

### **Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы**

Образовательный портал УрФУ <http://study.urfu.ru>

Электронный научный архив УрФУ <http://elar.urfu.ru>

Электронная библиотека учебных материалов по химии портала фундаментального химического образования России ChemNet. <http://www.chem.msu.ru/rus/elibrary/>

Зональная научная библиотека УрФУ: <http://lib.urfu.ru/>

Российская электронная научная библиотека: <http://www.elibrary.ru>

Поисковая система публикаций научных изданий: <http://www.sciencedirect.com>

Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» - <http://www.biblioclub.ru/>

Свердловская областная универсальная научная библиотека им. В.Г. Белинского – URL: [http://book.uraic.ru/el\\_library](http://book.uraic.ru/el_library)

Служба тематических толковых словарей. – URL: <http://www.glossary.ru/>

Виноградова Т. В. Физико-химические основы сложных ионных систем ЭУК [https://learn.urfu.ru/subject/index/card/subject\\_id/3957](https://learn.urfu.ru/subject/index/card/subject_id/3957)

### **Материалы для лиц с ОВЗ**

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

### **Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

1. Степановских Е.И. , Брусницына Л.А. Электрохимическая термодинамика. ЭОР УрФУ №13544. / Е.И. Степановских, Л.А. Брусницына. – Текст : электронный // Уральский федеральный университет. Портал информационно-образовательных ресурсов : сайт. – 2016. – 8 нояб. URL: <https://study.urfu.ru/Aid/ViewMeta/13544> (дата обращения: 05.05.2021).

2. Степановских Е.И. , Брусницына Л.А. Химические равновесия в ионных системах. ЭОР УрФУ №13588. / Е.И. Степановских, Л.А. Брусницына. – Текст : электронный // Уральский федеральный университет. Портал информационно-образовательных ресурсов : сайт. – 2017. – 22 февр. URL: <https://study.urfu.ru/Aid/ViewMeta/13588> (дата обращения: 05.05.2021).

3. Степановских Е.И. Электроды гальванических элементов. ЭОР УрФУ № 13600 / Е.И. Степановских. – Текст : электронный // Уральский федеральный университет. Портал информационно-образовательных ресурсов : сайт. – 2017. – 19 мая. URL : <https://study.urfu.ru/Aid/ViewMeta/13600> (дата обращения: 05.05.2021).
4. Степановских Е.И. Межчастичные взаимодействия в ионных системах. ЭОР № 13589 /Е.И. Степановских. – Текст : электронный // Уральский федеральный университет. Портал информационно-образовательных ресурсов : сайт. – 2017. – 2 март. URL : <https://study.urfu.ru/Aid/ViewMeta/13589> (дата обращения: 05.05.2021).
5. Степановских Е.И. Экспериментальные исследования физико-химических закономерностей. ЭОР УрФУ № 13738 / Е.И. Степановских. – Текст : электронный // Уральский федеральный университет. Портал информационно-образовательных ресурсов : сайт. – 2018. – 10 нояб. URL : <https://study.urfu.ru/Aid/ViewMeta/13738> (дата обращения: 05.05.2021).
6. Степановских Е.И. Практикум по ионным системам. ЭОР УрФУ № 13710 /Е.И. Степановских. – Текст : электронный // Уральский федеральный университет. Портал информационно-образовательных ресурсов : сайт. – 2018. – 9 февр. URL : <https://study.urfu.ru/Aid/ViewMeta/13710> (дата обращения: 05.05.2021).
7. Степановских Е.И. Дополнительные главы физхимии. ЭОР УрФУ № 13739 /Е.И. Степановских. – Текст : электронный // Уральский федеральный университет. Портал информационно-образовательных ресурсов : сайт. – 2018. – 10 нояб. URL : <https://study.urfu.ru/Aid/ViewMeta/13739> (дата обращения: 05.05.2021).

### 3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### Физико-химические основы сложных ионных систем

#### Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство Подключение к сети Интернет Мультимедийная аудитория	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM Браузер Goole Chrome или Mozilla Firefox



2	Практические занятия	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Подключение к сети Интернет</p> <p>Мультимедийная аудитория</p>	<p>Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p> <p>Браузер Goole Chrome или Mozilla Firefox</p>
3	Консультации	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p>	<p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p> <p>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Браузер Goole Chrome или Mozilla Firefox</p>
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p> <p>Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Браузер Goole Chrome или Mozilla Firefox</p>
5	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p> <p>Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Браузер Goole Chrome или Mozilla Firefox</p>