

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Химический институт им. А.М. Бутлерова



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности КФУ

Проф. Д.А. Таюрский

» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

*подписано электронно-цифровой подписью*

## Программа дисциплины

Основы кинетики и механизмов неорганических реакций

Специальность: 04.05.01 - Фундаментальная и прикладная химия

Специализация: Неорганическая химия

Квалификация выпускника: Химик. Преподаватель химии

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2020

## Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
  - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
  - 4.2. Содержание дисциплины (модуля)
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. (доцент) Штырлин В.Г. (Кафедра неорганической химии, Химический институт им. А.М. Бутлерова), Valery.Shtyrilin@kpfu.ru

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-1	Способен использовать полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

аппарат формальной химической кинетики, классификации механизмов реакций замещения, теорию активированного комплекса, теорию столкновений, физический смысл энтальпии, энтропии и объема активации, закономерности влияния природы растворителя, электронных, стерических эффектов заместителя и ионной силы среды на скорости химических реакций, первичные и вторичные изотопные эффекты, кинетику и механизмы реакций замещения в октаэдрических, плоскоквадратных и тетраэдрических комплексах, закономерности окислительно-восстановительных реакций, принцип Франка-Кондона, внешнесферный и внутрисферный электронный перенос, теорию Маркуса, дальнедействующий электронный перенос в биологических системах, реакции свободных радикалов, кинетику и механизмы реакций металлопорфиринов, реакции металлорганических соединений, основные типы фотохимических реакций с участием комплексов переходных металлов, принципы и основные типы реакций катализа металлами и их соединениями, основные типы противораковых комплексов и механизмы их действия.

Должен уметь:

выводить кинетические уравнения для простых и сложных химических реакций, из анализа кинетических кривых устанавливать схему реакции, анализировать влияние на скорость реакций диэлектрической проницаемости среды, эмпирических параметров растворителя, включая донорные и акцепторные числа, различать внутри- и внешнесферные реакции электронного переноса на основе экспериментальных критериев, предсказывать константы скорости реакций замещения лигандов и редокс-процессов на основе известных констант скорости реакций сольватного обмена и электронного самообмена.

Должен владеть:

методами определения активационных параметров из зависимостей скоростей реакций от температуры и давления, навыками установления механизмов реакций на основе анализа изменений энтальпии, энтропии и объема активации в сериях реакций, зависимостей кинетических параметров от электронных и стерических эффектов заместителей, анализа первичных и вторичных изотопных эффектов и других экспериментальных критериев механизмов.

Должен демонстрировать способность и готовность:

выводить кинетические уравнения для простых и сложных химических реакций, из анализа кинетических кривых устанавливать схему реакции, анализировать влияние на скорость реакций диэлектрической проницаемости среды, эмпирических параметров растворителя, включая донорные и акцепторные числа, различать внутри- и внешнесферные реакции электронного переноса на основе экспериментальных критериев, предсказывать константы скорости реакций замещения лигандов и редокс-процессов на основе известных констант скорости реакций сольватного обмена и электронного самообмена.

## 2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.ДВ.13.02 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 04.05.01 "Фундаментальная и прикладная химия (Неорганическая химия)" и относится к дисциплинам по выбору.

Осваивается на 4 курсе в 8 семестре.

**3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных(ые) единиц(ы) на 72 часа(ов).

Контактная работа - 41 часа(ов), в том числе лекции - 40 часа(ов), практические занятия - 0 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 1 часа(ов).

Самостоятельная работа - 31 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 0 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет в 8 семестре.

**4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

**4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)**

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Тема: Введение в предмет. Основы формальной кинетики (1).	8	2	0	0	0
2.	Тема 2. Тема: Основы формальной кинетики (2).	8	2	0	0	1
3.	Тема 3. Тема: Гомогенные каталитические реакции.	8	2	0	0	2
4.	Тема 4. Тема: Зависимость скорости реакции от тем-пературы и давления.	8	2	0	0	2
5.	Тема 5. Тема: Механизмы реакций замещения.	8	2	0	0	2
6.	Тема 6. Тема: Зависимость скорости реакции от рас-творителя и заместителя.	8	2	0	0	2
7.	Тема 7. Тема: Реакции ионных пар. Кинетические изотопные эффекты.	8	2	0	0	2
8.	Тема 8. Тема: Реакции замещения в октаэдрических комплексах.	8	2	0	0	2
9.	Тема 9. Тема: Стереохимия замещения в октаэдриче-ских комплексах.	8	2	0	0	2
10.	Тема 10. Тема: Реакции замещения лигандов в тетрако-ординационных комплексах.	8	2	0	0	2
11.	Тема 11. Тема: Окислительно-восстановительные ре-акции.	8	2	0	0	2
12.	Тема 12. Тема: Кинетика и механизмы реакций метал-лопорфиринов.	8	2	0	0	2
13.	Тема 13. Тема: Реакции металлорганических соедине-ний (1).	8	2	0	0	2
14.	Тема 14. Тема: Реакции металлорганических соединений (2).	8	2	0	0	2
15.	Тема 15. Тема: Фотохимия координационных соединений.	8	3	0	0	2
16.	Тема 16. Тема: Катализ комплексами металлов.	8	3	0	0	2

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
17.	Тема 17. Тема: Катализ металлами и их соединениями.	8	3	0	0	2
18.	Тема 18. Тема: Комплексы металлов в химиотерапии рака.	8	3	0	0	0
	Итого		40	0	0	31

#### 4.2 Содержание дисциплины (модуля)

##### Тема 1. Тема: Введение в предмет. Основы формальной кинетики (1).

Скорость химической реакции. Кинетическое уравнение. Константа скорости. Основные типы реакций. Простые реакции первого порядка. Параллельные реакции первого порядка. Последовательные реакции первого порядка. Обратимые реакции первого порядка. Простые реакции второго порядка. Обратимые реакции второго порядка.

##### Тема 2. Тема: Основы формальной кинетики (2).

Последовательность реакций смешанного (первого и второго) порядка. Обратимая реакция смешанного (первого и второго) порядка. Последовательность двух реакций первого порядка с обратимой первой стадией. Последовательность двух обратимых реакций первого порядка. Две параллельные обратимые реакции первого порядка с общим продуктом. Последовательность двух реакций второго и первого порядка с обратимой первой стадией. Две параллельные реакции второго порядка с обратимой стадией.

##### Тема 3. Тема: Гомогенные каталитические реакции.

Методы составления кинетических уравнений. Каталитическая реакция второго порядка. Каталитическая реакция первого порядка. Уравнение Михаэлиса-Ментен. Ингибирование катализатора. Обратимое ингибирование. Необратимое ингибирование. Автокаталитическая реакция первого порядка. Автокаталитическая реакция второго порядка.

##### Тема 4. Тема: Зависимость скорости реакции от тем-пературы и давления.

Уравнение Аррениуса. Теория активированного комплекса. Теория столкновений. Стерические эффекты и реакционная способность строго ориентированных молекул, реакции в молекулярных пучках. Физический смысл энергии и энтропии активации. Формы аррениусовских графиков. Зависимость скорости реакции от давления.

##### Тема 5. Тема: Механизмы реакций замещения.

Классификация механизмов реакций замещения лигандов: классификации Ингольда-Хьюза, Басоло-Пирсона, Лэнгфорда-Грея, Захарова-Штырлина. Механизмы реакций замещения SE1 и SE2 для металлоорганических соединений. Новые взгляды на механизмы реакций замещения в газовой фазе. Экспериментальные критерии механизмов реакций замещения: кинетическое уравнение, объем активации, энтальпия и энтропия активации, сравнение констант скоростей, линейное соотношение свободных энергий, фиксация интермедиатов, прямое наблюдение активированных комплексов.

##### Тема 6. Тема: Зависимость скорости реакции от рас-творителя и заместителя.

Влияние на скорость реакции диэлектрической проницаемости среды. Учет влияния эмпирических параметров растворителя: корреляции констант скорости реакций с донорными и акцепторными числами и другими шкалами. Эффект нуклеофильности растворителя. Влияние на скорость реакций ионной силы среды. Эффекты заместителя: электронные и стерические эффекты заместителя и их связь с механизмами реакций.

##### Тема 7. Тема: Реакции ионных пар. Кинетические изотопные эффекты.

Реакции ионных пар. Первичные изотопные эффекты. Вторичные изотопные эффекты. Вторичный бета-дейтериевый изотопный эффект. Вторичный альфа-дейтериевый изотопный эффект. Влияние туннелирования на первичные и вторичные изотопные эффекты. Экстремально высокие кинетические изотопные эффекты и туннелирование.

##### Тема 8. Тема: Реакции замещения в октаэдрических комплексах.

Влияние эффектов кристаллического поля на скорости и механизмы реакций замещения в октаэдрических комплексах. Реакции сольватного обмена, зависимость констант скорости реакций сольватного обмена от давления. Реакции анации. Акватация, кислотный и основной катализ в реакциях замещения. Изменчивость механизмов реакций замещения в октаэдрических комплексах.

##### Тема 9. Тема: Стереохимия замещения в октаэдрических комплексах.

Процессы внутримолекулярных перегруппировок: SN1- и SN2-механизмы. Реакции геометрических и оптических изомеров. Изомеризация октаэдрических комплексов. Структурная изомерия. Рацемизация октаэдрических комплексов: межмолекулярный и внутримолекулярный механизмы, влияние электронного переноса, фоторацемизация. Стереоспецифичность лигандов.

**Тема 10. Тема: Реакции замещения лигандов в тетракоординационных комплексах.**

Кинетика и механизмы реакций замещения в плоскоквадратных комплексах. Реакции комплексов платины(II). Цис- и транс-эффект. Особенности реакций замещения в комплексах меди(II). Изомеризация плоскоквадратных комплексов: геометрическая изомеризация, конформационная изомеризация. Реакции замещения в тетраэдрических комплексах.

**Тема 11. Тема: Окислительно-восстановительные реакции.**

Окислительное присоединение и восстановительное элиминирование. Одно- и двухэлектронное окислительное присоединение. Реакции электронного переноса. Принцип Франка-Кондона. Внешнесферный электронный перенос: теория Маркуса, дальнедействующий электронный перенос в биологических системах. Внутрисферный электронный перенос. Реакции свободных радикалов.

**Тема 12. Тема: Кинетика и механизмы реакций метал-лопорфиринов.**

Механизм внедрения металлов в порфирины. Металлопорфирины как переносчики кислорода. Реакции замещения на металлопорфиринах, роль имидазольного фрагмента. Каталитическое действие металлопорфиринов. Металлопорфирины, металлофталоцианины и аналогичные соединения в фотодинамической терапии рака. Витамин В12: механизм активности.

**Тема 13. Тема: Реакции металлорганических соединений (1).**

Карбонилы металлов и их производные. Правило 18 электронов. Обмен монооксида углерода. Реакции замещения карбонил металлов. Реакции внедрения и миграции лигандов: оксореакции, вакер-процесс, гидратация ацетиленов, полимеризация олефинов, конденсация ацетиленов. Гомогенное каталитическое гидрирование.

**Тема 14. Тема: Реакции металлорганических соединений (2).**

Природа связывания в металлоценах. Стабильность альфа-металлоценильных карбокатионов. Вторичный альфа-дейтериевый кинетический изотопный эффект и структура переходного состояния ферроценилметил-карбокатиона. Стабилизация карбениевого иона в реакциях ферроцена. Фероцены как катализаторы. Взаимодействия металл-металл в шитых металлоценах. Противоопухолевая активность металлоценов.

**Тема 15. Тема: Фотохимия координационных соединений.**

Фотохимические реакции комплексов кобальта(III). Фотохимические реакции комплексов хрома(III). Фотохимические реакции комплексов других трехвалентных металлов. Фотохимия координационных соединений платины(IV). Фотоиндуцированные реакции карбонил металлов. Спин-запрещенные переходы. Фотоокисление. Фотосинтез.

**Тема 16. Тема: Катализ комплексами металлов.**

Катализ органических реакций ионами металлов. Кислотно-основные реакции. Гидролиз, трансаминирование, альдольная конденсация, бромирование, карбоксилирование, декарбоксилирование. Окислительно-восстановительные реакции: аутоокисление органических веществ, радикальные реакции с ионами металлов, синтетические переносчики кислорода.

**Тема 17. Тема: Катализ металлами и их соединениями.**

Гомогенный катализ комплексами переходных металлов: гидроформилирование с комплексами кобальта и родия, гидроцианирование алкенов, полимеризация алкенов и алкинов. Гетерогенный катализ металлами и оксидами металлов. Химическая фиксация азота. Биологическая фиксация азота. Реакции катализа, моделирующие биологические системы.

**Тема 18. Тема: Комплексы металлов в химиотерапии рака.**

Химиотерапия рака. Комплексы типа цисплатина в химиотерапии рака. Вторая генерация аналогов цисплатина. Механизм противоопухолевого действия цисплатина и аналогов. Комплексы золота как противоопухолевые агенты. Противоопухолевая активность органогерманиевых комплексов. Противораковое действие комплексов других металлов. Композиции аминокислот с микроэлементами в химиотерапии рака. Контрольная работа.

**5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)**



Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года №301)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

Сайт ?Химик.ru? - <http://www.xumuk.ru/biochem/28.html>

## **6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)**

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) включает оценочные материалы, направленные на проверку освоения компетенций, в том числе знаний, умений и навыков. Фонд оценочных средств включает оценочные средства текущего контроля и оценочные средства промежуточной аттестации.

В фонде оценочных средств содержится следующая информация:

- соответствие компетенций планируемым результатам обучения по дисциплине (модулю);
- критерии оценивания сформированности компетенций;
- механизм формирования оценки по дисциплине (модулю);
- описание порядка применения и процедуры оценивания для каждого оценочного средства;
- критерии оценивания для каждого оценочного средства;
- содержание оценочных средств, включая требования, предъявляемые к действиям обучающихся, демонстрируемым результатам, задания различных типов.

Фонд оценочных средств по дисциплине находится в Приложении 1 к программе дисциплины (модулю).

## **7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы. Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями;

- в печатном виде - в Научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов Научной библиотеки КФУ.

## **8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

Chemnet Россия Химические наука и образование в России: портал фундаментального хим.образования - <http://www.chem.msu.ru/rus>

Образовательный портал по химии - <http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2123.html>

Сайт ИК СО РАН Химическая кинетика Курс лекций - [http://catalysis.ru/block/index.php?ID=5&SECTION\\_ID=203](http://catalysis.ru/block/index.php?ID=5&SECTION_ID=203)

Сайт Химик.ru - <http://www.chemieman.ru/chemie-99.html>

Сайт Химическая кинетика - [http://www.ph4s.ru/book\\_him\\_kinetika.html](http://www.ph4s.ru/book_him_kinetika.html)

### 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	<p>Изучение дисциплины следует начинать с проработки рабочей программы, особое внимание, уделяя целям и задачам, структуре и содержанию курса.</p> <p>Работа с конспектом лекций:</p> <p>Необходимо просматривать конспект сразу после занятий, отметьте материал конспекта лекций, который вызывает затруднения для понимания. Попытайтесь найти ответы на затруднительные вопросы, используя рекомендуемую литературу. Если самостоятельно не удалось разобраться в материале, сформулируйте вопросы и обратитесь за помощью к преподавателю на консультации или ближайшей лекции. Регулярно отводите время для повторения пройденного материала, проверяя свои знания, умения и навыки по контрольным вопросам.</p>
самостоятельная работа	<p>Рабочей программой дисциплины предусмотрена самостоятельная работа студентов. Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- чтение студентами рекомендованной литературы и усвоение теоретического материала дисциплины;</li><li>- подготовку к практическим занятиям, лабораторным работам и курсовой работе;</li><li>- работу с Интернет-источниками;</li><li>- подготовку к сдаче практических работ, выполнению тестовых заданий и сдаче зачетов и экзаменов.</li></ul> <p>Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение настоящей дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе дисциплины. По каждой из тем для самостоятельного изучения, приведенных в рабочей программе дисциплины следует сначала прочитать рекомендованную литературу и при необходимости составить краткий конспект основных положений, терминов, сведений, требующих запоминания и являющихся основополагающими в этой теме и для освоения последующих разделов курса.</p>



Вид работ	Методические рекомендации
зачет	<p>На зачете определяется качество и объем усвоенных студентами знаний, способность к обобщению, анализу, восприятию информации, постановки цели и выбору путей ее достижения, а также умение работать с нормативными документами в рамках дисциплины. Он может проводиться в устной или письменной формах. Форму проведения определяет кафедра. Подготовка к зачету - процесс индивидуальный. Тем не менее, существуют некоторые правила, знания которых могут быть полезны для всех. Залогом успешной сдачи зачета является систематическая работа над учебной дисциплиной в течение семестра. Подготовку желательно вести, исходя из требований программы учебной дисциплины. Целесообразно поэтапное освоение материала, выполнение различных заданий по мере изучения соответствующих содержательных разделов дисциплины. Если, готовясь к зачету, вы испытываете затруднения, обращайтесь за советом к преподавателю, тем более что при систематической подготовке у вас есть такая возможность. Готовясь к зачету, лучше всего сочетать повторение теоретических вопросов с выполнением практических заданий. Требования к знаниям студентов определены федеральным государственным образовательным стандартом и рабочей программой дисциплины. Цель зачета - проверка и оценка уровня полученных студентом специальных познаний по учебной дисциплине и соответствующих им умений и навыков, а также умения логически мыслить, аргументировать избранную научную позицию, реагировать на дополнительные вопросы, ориентироваться в массиве информации, дефиниций и категорий. Оценке подлежат правильность и грамотность речи студента, если зачет проводится в устной форме, а также его достижения в течение семестра. Дополнительной целью зачета является формирование у студентов таких качеств, как организованность, ответственность, трудолюбие, самостоятельность. Таким образом, проверяется сложившаяся у студента система знаний по дисциплине, что играет большую роль в подготовке будущего специалиста, способствует получению им фундаментальной и профессиональной подготовки. При подготовке к зачету важно правильно и рационально распланировать свое время, чтобы успеть на качественно высоком уровне подготовиться к ответам по всем вопросам. Во время подготовки к зачету студенты также систематизируют знания, которые они приобрели при изучении основных тем курса в течение семестра. Это позволяет им уяснить логическую структуру дисциплины, объединить отдельные темы в единую систему, увидеть перспективы ее развития. Самостоятельная работа по подготовке к зачету во время сессии должна планироваться студентом, исходя из общего объема вопросов, вынесенных на зачет, так, чтобы за предоставленный для подготовки срок он смог равномерно распределить приблизительно равное количество вопросов для ежедневного изучения (повторения). Важно, чтобы один последний день (либо часть его) был выделен для дополнительного повторения всего объема вопросов в целом. Это позволяет студенту самостоятельно перепроверить усвоение материала.</p>

#### **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

#### **11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория.

Компьютерный класс.

#### **12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по специальности: 04.05.01 "Фундаментальная и прикладная химия" и специализации "Неорганическая химия".

Приложение 2  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.В.ДВ.13.02 Основы кинетики и механизмов  
неорганических реакций

**Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

Специальность: 04.05.01 - Фундаментальная и прикладная химия

Специализация: Неорганическая химия

Квалификация выпускника: Химик. Преподаватель химии

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2020

**Основная литература:**

1. Чоркендорф, И. Современный катализ и химическая кинетика: учебное пособие / Чоркендорф И., Наймантсведрайт Х., - 2-е изд. - Долгопрудный: Интеллект, 2013. - 504 с. ISBN 978-5-91559-153-9. - Текст : электронный. - URL: <https://new.znaniium.com/catalog/product/516597> (дата обращения: 13.03.2020). Режим доступа: по подписке.
2. Буданов, В. В. Химическая кинетика : учебное пособие / В. В. Буданов, Т. Н. Ломова, В. В. Рыбкин. - Санкт-Петербург : Лань, 2014. - 288 с. - ISBN 978-5-8114-1542-7. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/42196> (дата обращения: 13.03.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Тоуб, М. Механизмы неорганических реакций : монография / М. Тоуб, Д. Берджесс ; под редакцией А. А. Дроздова ; перевод с английского Д. О. Чаркина, Г. М. Курамшиной. - 3-е изд. - Москва : Лаборатория знаний, 2017. - 683 с. - ISBN 978-5-00101-505-5. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/94114> (дата обращения: 13.03.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

**Дополнительная литература:**

1. Байрамов, В.М. Основы химической кинетики и катализа: учебное пособие для вузов. - Москва: ИЦ Академия, 2003. - 252 с.
2. Колпакова, Н. А. Сборник задач по химической кинетике : учебное пособие / Н. А. Колпакова, С. В. Романенко, В. А. Колпаков. - 3-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2018. - 280 с. - ISBN 978-5-8114-2394-1. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/105991> (дата обращения: 13.03.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Горшков, В. И. Основы физической химии : учебник / В. И. Горшков, И. А. Кузнецов. - 6-е изд. - Москва : Лаборатория знаний, 2017. - 410 с. - ISBN 978-5-00101-539-0. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/97412> (дата обращения: 13.03.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

Приложение 3  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.В.ДВ.13.02 Основы кинетики и механизмов  
неорганических реакций

**Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Специальность: 04.05.01 - Фундаментальная и прикладная химия

Специализация: Неорганическая химия

Квалификация выпускника: Химик. Преподаватель химии

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2020

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.