

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный
университет им. Н.И. Лобачевского»**

Химический факультет

УТВЕРЖДЕНО
решением ученого совета ННГУ
протокол от
« 16 » июня 2021 г. № 8

Рабочая программа дисциплины

Избранные главы кинетики

Уровень высшего образования

Специалитет

Направление подготовки / специальность

04.05.01 – Фундаментальная и прикладная химия

Направленность образовательной программы

Органическая химия

Форма обучения

Очная

Нижний Новгород
2021 год

Лист актуализации

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель МК

4 июня 2021 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2021-2022 учебном году на заседании кафедры физической химии.

Протокол от _____ 20__ г. № ____

Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель МК

_____ 20__ г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 20__-20__ учебном году на заседании кафедры

Протокол от _____ 20__ г. № ____

Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель МК

_____ 20__ г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 20__-20__ учебном году на заседании кафедры

Протокол от _____ 20__ г. № ____

Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель МК

_____ 20__ г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 20__-20__ учебном году на заседании кафедры

Протокол от _____ 20__ г. № ____

Зав. кафедрой _____

1. Место и цели дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Избранные главы кинетики» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 ОПОП по направлению подготовки 04.05.01 – «Фундаментальная и прикладная химия (Б1.В.03.ДВ.02.02)», является дисциплиной по выбору для освоения студентами очной формы обучения, специализирующимися по кафедре физической химии, на четвертом году обучения в 7 семестре.

Для освоения дисциплины «Избранные главы кинетики» обучающиеся используют знания, умения и виды деятельности, сформированные в процессе изучения базовых дисциплин «Физическая химия», «Физика», «Математика».

Цели и задачи освоения дисциплины «Избранные главы кинетики»

Целью освоения дисциплины «Избранные главы кинетики» является углубленное изучение основных понятий, законов и методов химической кинетики; установление (на примере нескольких важных задач) областей практического применения ее к анализу химических процессов.

Химическая кинетика является одним из наиболее важных базовых разделов физической химии. Она является фундаментом различных разделов химии и решает важнейшие задачи, среди которых наибольшее значение имеют установление скорости и механизма химических реакций.

Целью обучения дисциплины «Избранные главы кинетики» является углубленное изучение важнейших разделов химической кинетики и катализа, современных теорий кинетики химических превращений; установление значения кинетики и катализа при решении вопросов интенсификации промышленных процессов и экологических проблем; освоение инструментальных методов анализа состава реакционных смесей и методов математической обработки полученных данных.

Учебные задачи курса направлены на освоение студентами:

- теоретических и экспериментальных методов исследования кинетических характеристик химических реакций, их зависимости от различных факторов;
- методов и аппаратуры, применяемых в кинетических исследованиях;
- методов математической обработки экспериментальных результатов кинетических исследований.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции* (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине**	
ПК-1-н. Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в области неорганической химии, и/или смежных с	ПК-1-н-1. Составляет общий план исследования и детальные планы отдельных стадий, ПК-1-н-2. Выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические	<i>З1: Знать</i> теоретические основы кинетического научного эксперимента и кинетических методов исследования химических веществ и реакций.	ФОС «Избранные главы кинетики»

химией науках	методы решения поставленной задачи исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов	<i>У1: Уметь</i> планировать последовательность действий в ходе выполнения научного эксперимента; проводить кинетический анализ и математическую обработку полученных данных. <i>В1: Владеть</i> навыками проведения научного эксперимента с целью получения важнейших кинетических характеристик химических процессов.	
ПК-2-н. Способен проводить информационные исследования в области неорганической химии и/или смежных с химией науках	ПК-2-н-1. Проводит поиск специализированной информации в информационных базах данных ПК-2-н-2. Анализирует и обобщает результаты поиска по тематике проекта в области неорганической химии и/или смежных с химией науках	<i>З1: Знать</i> основные понятия и фундаментальные законы важнейших разделов химической кинетики. <i>У1: Уметь</i> использовать аппарат химической кинетики для решения конкретных физико-химических задач. <i>В1: Владеть</i> современными подходами кинетического описания систем.	ФОС «Избранные главы кинетики»
ПК-3-н. Способен на основе критического анализа результатов НИР оценивать перспективы их практического применения и продолжения работ в области неорганической химии и/или смежных с химией науках	ПК-3-н-1. Систематизирует информацию, полученную в ходе НИР, анализирует ее и сопоставляет с литературными данными ПК-3-н-2. Определяет возможные направления развития работ и перспективы практического применения полученных результатов	<i>З1: Знать</i> теоретические основы кинетических методов исследования химических реакций. <i>У1: Уметь</i> планировать последовательность действий в ходе кинетического эксперимента; проводить кинетический анализ и математическую обработку полученных результатов. <i>В1: Владеть</i> навыками проведения	ФОС «Избранные главы кинетики»

		кинетического эксперимента с целью получения важнейших кинетических характеристик химических процессов.	
<p>ПК-1-г. Способен определять способы, методы и средства решения технологических задач в рамках прикладных НИР в области неорганической химии</p>	<p>ПК-1-т-1. Готовит детальные планы отдельных стадий прикладных НИР</p> <p>ПК-1-т-2. Готовит документацию по подготовке, проведению и результатам прикладных НИР</p> <p>ПК-1-т-3. Предлагает технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения поставленных задач в рамках прикладных НИР</p> <p>ПК-1-т-4. Проводит испытания инновационной продукции</p>	<p><i>З1: Знать</i> базовые законы физики, математики и смежных с химической кинетикой дисциплин для понимания фундаментальных закономерностей физико-химических процессов.</p> <p><i>У1: Уметь</i> использовать математический аппарат и фундаментальные законы физики для определения кинетических характеристик и физико-химического описания химических реакций; решать комплексные задачи химической кинетики.</p> <p><i>В1: Владеть</i> терминологией и понятийным аппаратом химической кинетики; навыками критического анализа знаний важнейших разделов химической кинетики; математическим аппаратом и основными законами физики при выводе фундаментальных уравнений химической кинетики.</p>	<p>ФОС «Избранные главы кинетики»</p>

Окончательное завершение формирования компетенций, предусмотренных в рамках данной дисциплины, происходит при прохождении производственных практик и выполнения ВКР.

3. Структура и содержание дисциплины «Избранные главы кинетики»

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная форма обучения
Общая трудоемкость	9 ЗЕТ
Часов по учебному плану	324
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	
- занятия лекционного типа	64
- занятия семинарского типа	64
-занятия лабораторного типа	96
-КСИРФ	2
самостоятельная работа	62
Промежуточная аттестация – экзамен	36

3.2. Структура дисциплины

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины	Всего (часы)		в том числе										Самостоятельная работа обучающегося, часы	
			Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы											
			из них											
	Очная	Очно-заочная	Занятия лекционного типа		Занятия семинарского типа		Занятия лабораторного типа		Всего					
Очная			Очно-заочная	Очная	Очно-заочная	Очная	Очно-заочная	Очная	Очно-заочная					
Раздел 1. Ведущие направления кинетических исследований в современной химической науке	50		20		10		—		30		20			

Раздел 2. Теории элементарных химических реакций	102		20		22		40		82		20	
Раздел 3. Эксперимента льные методы химической кинетики	134		24		32		56		112		22	
Контроль самостоятель ной работы	2											
Промежуточная аттестация – экзамен	36											
Итого	324		64		64		96		224		62	

Промежуточный контроль осуществляется при проведении экзамена.

3.3. Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Введение в химическую кинетику

1. Предмет, содержание, цели и задачи химической кинетики.
2. Основные разделы, фундаментальные законы и постулаты химической кинетики.
3. Теоретические и экспериментальные методы исследования в химической кинетике.
4. Научное и прикладное значение химической кинетики.

Раздел 2. Классические теории химической кинетики

1. Теории химической кинетики как метод теоретической оценки констант скоростей элементарных реакций на основании физико-химических свойств молекул реагентов.
2. Теория соударений в химической кинетике. Ее приближенная и более строгая формулировка.
3. Теория соударений в применении к бимолекулярным реакциям.
4. Теория соударений в применении к мономолекулярным реакциям. Схема Линдемана и ее сопоставление с опытными данными. Причины неточности схемы Линдемана.
5. Предпосылки статистической теории элементарных реакций. Адиабатические и неадиабатические реакции. Классическая трактовка движения ядер. Условия сохранения распределения Максвелла-Больцмана в реагирующей системе.
6. Потенциальная энергия системы атомов. Поверхность потенциальной энергии, ее построение и свойства. Энергия активации. Профили потенциальной энергии. Количественные оценки энергии активации. Соотношение между энергией активации и энтальпией реакции.
7. Превращение энергии в реакции трех атомов. Реакция между двухатомной молекулой и атомом.
8. Теория активированного комплекса. Вывод основного уравнения. Свободная энергия активации. Предэкспоненциальный множитель. Трансмиссионный коэффициент.
9. Теория активированного комплекса в применении к мономолекулярным реакциям. Область применимости полученных соотношений. Объяснение «повышенных» и «заниженных» значений предэкспоненциального множителя.
10. Сравнение основных уравнений теорий активированного комплекса и газокINETической теории элементарной химической реакции.

11. Метод переходного состояния для жидкофазных реакций. Поверхность свободной энергии. Вывод основного уравнения для константы скорости. Сольватация активированного комплекса. Предварительная реорганизация сольватной оболочки. Учет диффузионных пар.

Раздел 3. Экспериментальные методы химической кинетики

1. Методы изучения кинетики сложных химических процессов. Классификация методов исследования реакций в растворах. Методы изучения медленных реакций. Специфика исследования быстрых реакций. Струевые и релаксационные методы исследования. Выделение отдельных реакций в сложных процессах.

2. Электронная спектроскопия. Физические основы метода. Применение молекулярной электронной спектроскопии для определения констант ионизации кислот и оснований, состава комплекса и константы равновесия в реакции комплексообразования, а также при изучении кинетики химических реакций.

3. Инфракрасная (ИК) спектроскопия. Физические основы метода. Интерпретация ИК-спектров. Применение ИК-спектроскопии для установления молекулярного состояния в рассматриваемых условиях. Исследование механизма жидкофазного окисления углеводородов, деструкции нефтепродуктов в процессе их озонирования и получения целевых продуктов в реакциях с пероксидными соединениями методом ИК-спектроскопии.

4. Газовая хроматография. Качественный и количественный анализы. Применение метода газовой хроматографии для изучения кинетики и механизма химических реакций (окисления производных ферроцена молекулярным кислородом; пиролиза пропан-бутановой смеси в проточной установке).

3.4. Лабораторный практикум

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ
1	2	Изучение кинетики окисления ферроцена и его производных пероксидом водорода. Влияние растворителя
2	3	Изучение кинетики окисления ферроцена и его производных пара- и орто-хинонами. Влияние растворителя

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа студентов включает работу в читальном зале библиотеки, в учебных кабинетах (лабораториях) и в домашних условиях, с доступом к ресурсам Интернет для подготовки к устному опросу.

К форме текущего контроля успеваемости дисциплины относятся **экзамен**.

5. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю), включающий

5.1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Промежуточный контроль качества усвоения студентами содержания дисциплины проводится в виде комплексного экзамена, на котором определяются:

- уровень усвоения студентами основного учебного материала по дисциплине;
- уровень понимания студентами изученного материала;
- способности студентов использовать полученные знания для решения конкретных задач.

Экзамен проводится в устной форме в виде ответа обучающегося на экзаменационный

билет, включающий 2 теоретических вопроса (с предварительной подготовкой), и последующим собеседованием в рамках тематики курса. Собеседование проводится в форме вопросов, на которые студент должен дать обстоятельные ответы.

Для проведения промежуточного контроля сформированности компетенции используется: ответ по билету на экзамене.

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	Шкала оценивания сформированности компетенций						
	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	Не зачтено		зачтено				
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок.	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений . Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки.	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания но не в полном объеме.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи . Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме.	Продemonстрированы все основные умения,. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.	Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

5.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения.

Перечень примерных вопросов (для экзамена) для оценки сформированности знаний компетенции ПК-1-г:

1. Газокинетическая теория столкновений. Стерический фактор. Сечение реакции.
2. Фактор соударений. Физический смысл. Медленные и быстрые реакции.
3. Основные положения и допущения теории активных столкновений для бимолекулярных реакций. Вывод уравнения теории активных столкновений для бимолекулярной реакции.
4. Применение теории активных столкновений к мономолекулярным реакциям.
5. Теория элементарных химических реакций. Адиабатические и неадиабатические реакции.
6. Теория элементарных реакций. Описание движения ядер. Равновесное Максвелл-Больцмановское распределение и его нарушение в реагирующей системе. Процессы релаксации.

Перечень примерных вопросов (для экзамена) для оценки сформированности знаний компетенции ПК-2-н:

1. Потенциальная энергия системы из трех атомов. Формула Лондона.
2. Теория активированного комплекса. Вывод основного уравнения.
3. Понятие активированного комплекса. Сходство и отличие активированного комплекса от молекул реагентов.
4. Истинная, классическая и кажущаяся энергия активации.
5. Основное уравнение теории активированного комплекса. Трансмиссионный коэффициент.
6. Термодинамический аспект теории активированного комплекса. Свободная энергия активации. Введение экспериментальной энергии активации.

Перечень примерных вопросов (для экзамена) для оценки сформированности знаний компетенции ПК-3-н:

1. Сравнение основных уравнений теорий активированного комплекса и активных столкновений. Расчет стерического фактора.
2. Построение полной поверхности потенциальной энергии. Путь реакции. Энергия активации
3. Влияние эффектов сольватации на активационные параметры реакций в рамках теории активированного комплекса.
4. Классификация химических реакций по времени полупревращения.
5. Экспериментальные методы изучения кинетики медленных реакций. Метод отбора проб, волномерметрический метод, метод потока.
6. Экспериментальные методы исследования кинетики быстрых реакций. Струевые методы.
7. Релаксационные методы исследования кинетики быстрых реакций.
8. Методы электронной спектроскопии в изучении кинетики и механизма окисления ферроцена и его производных пероксидом водорода.
9. Применение метода газовой хроматографии для изучения кинетики и механизма химических реакций (на примере окисления ферроцена и его производных молекулярным кислородом).
10. Метод газовой хроматографии в исследовании пиролиза пропан-бутановой смеси в проточной установке. Получение целевых продуктов.

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания

1. Положение «О проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в ННГУ», утвержденное приказом ректора ННГУ от 13.02.2014 г., № 55-ОД.
2. Положение о фонде оценочных средств, утвержденное приказом ректора ННГУ от 10.06.2015 г., № 247-ОД.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Теоретическая подготовка к лабораторным занятиям и промежуточной аттестации может осуществляться по следующим литературным источникам:

6.1. Основная литература

1. Еремин, В.В. Основы общей и физической химии [Текст]: Учебное пособие для студентов вузов, изучающих дисциплину «Химия», по направлению подготовки ВПО 011200 / В.В. Еремин, А.Я. Борщевский. – Долгопрудный: Интеллект, 2012. – 848 с.
2. Эмануэль, Н.М. Курс химической кинетики [Текст]: Учебник для химических факультетов университетов / Н.М. Эмануэль, Д.Г. Кнорре. – М.: Высшая школа, 1984. – 463 с.
3. Еремин, Е.Н. Основы химической кинетики [Текст]: Учебное пособие / Е.Н. Еремин. – М.: Высшая школа, 1976. – 375 с.

6.2. Дополнительная литература

1. Еремин, В.В. Основы физической химии. Часть 1 [Текст]: Учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности 011000 «Химия» / В.В. Еремин, С.И. Каргов, И.А. Успенская, Н.Е. Кузьменко, В.В. Лунин. – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2013. – 320 с.
2. Еремин, В.В. Основы физической химии. Часть 2 [Текст]: Учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности 011000 «Химия» / В.В. Еремин, С.И. Каргов, И.А. Успенская, Н.Е. Кузьменко, В.В. Лунин. – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2013. – 263 с.
3. Экспериментальные методы химической кинетики [Текст]: Учебное пособие / Под ред. Н.М. Эмануэля и М.Г. Кузьмина. – М.: Изд-во МГУ, 1985. – 384 с.

6.3. Рекомендуемая литература

1. Пахомов, Л.Г. Физические методы в химических исследованиях (теория, задачи, ответы) [Текст]: Учебное пособие / Л.Г. Пахомов, К.В. Кирьянов, А.В. Князев. – Нижний Новгород: Изд-во Нижегородского госуниверситета, 2007. – 286 с.
2. Романовский, Б.В. Основы химической кинетики [Текст]: Учебное пособие / Б.В. Романовский. – М.: Экзамен, 2006. – 416 с.
3. Денисов, Е.Т. Химическая кинетика [Текст]: Учебник для вузов / Е.Т. Денисов, О.М. Саркисов, Г.И. Лихтенштейн. – М.: Химия, 2000. – 568 с.
4. Эйринг, Г. Основы химической кинетики [Текст]: Учебник / Г. Эйринг, С.Г. Лин, С.М. Лин. – М.: Мир, 1983. – 528 с.
5. Эткинс, П. Физическая химия. Том 1 [Текст]: Монография / П. Эткинс. – М.: Мир, 1980. – 580 с.
6. Эткинс, П. Физическая химия. Том 2 [Текст]: Монография / П. Эткинс. – М.: Мир, 1980. – 584 с.
7. Кондратьев, В.Н. Кинетика и механизм газофазных реакций [Текст]: Учебник / В.Н. Кондратьев, Е.Е. Никитин. – М.: Наука, 1974. – 558 с.
8. Энтелис, С.Г. Кинетика реакций в жидкой фазе. Количественный учет влияния среды [Текст]: Учебник / С.Г. Энтелис, Р.П. Тигер. – М.: Химия, 1973. – 416 с.
9. Юнгерс, Ж. Кинетические методы исследования химических процессов: труды

[Текст]: Учебник / Ж. Юнгс, Л. Сажус. – Л.: Химия, 1972. – 422 с.

10. Колдин, Е.Ф. Быстрые реакции в растворе [Текст]: Учебник / Е.Ф. Колдин. – М.: Мир, 1966. – 309 с.

11. Глестон, С. Теория абсолютных скоростей реакций: кинетика химических реакций, вязкость, диффузия и электрохимические явления [Текст]: Учебник / С. Глестон, К. Лейдлер, Г. Эйринг. – М.: Иностран. лит., 1948. – 583 с.

6.4. Интернет-ресурсы

<http://elibrary.ru>.

<http://www.sciencedirect.com>.

<http://pubs.acs.org>.

<http://pubs.rsc.org>.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе ZNANIUM.COM, доступ к которой предоставлен студентам. 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, 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 также предоставлен студентам. 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.

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Дисциплина обеспечена учебными аудиториями для проведения занятий лекционного типа, практических занятий, промежуточной аттестации, а также помещениями для самостоятельной работы. Материально-техническое обеспечение включает: ноутбук, переносной экран, проектор, доска.

Для проведения лабораторных работ по специальной дисциплине «Избранные главы кинетики» кафедра физической химии располагает лабораторией, оснащенной посудой, реактивами и оборудованием, необходимыми для проведения кинетических экспериментов. Лаборатория оснащена спектрофотометрами UV-1700 и UV-1800, ИК-Фурье-спектрометром IRPrestige-21, газовый хроматограф GC-2014 (SHIMADZU), четырьмя персональными компьютерами для обработки экспериментальных результатов, аналитическими весами AUX320 (SHIMADZU), химической посудой, магнитными мешалками, современными термостатами, плитками и другим лабораторным оборудованием, необходимым для проведения экспериментальных исследовательских работ.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ВО ННГУ. Приказ ННГУ от 13.05.2020г. № 275-ОД «О введении в действие образовательного стандарта высшего

Авторы:

доктор химических наук, профессор _____ Фомин В.М.

кандидат химических наук, доцент _____ Климова М.Н.

Рецензент:

доктор химических наук, профессор РАН,

ведущий научный сотрудник Института металлоорганической

химии им Г.А. Разуваева РАН _____ Кетков С.Ю.

Заведующий кафедрой физической химии

доктор химических наук, профессор _____ Маркин А.В.