

**Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт металлоорганической химии им. Г.А. Разуваева
Российской академии наук
(ИМХ РАН)**

УТВЕРЖДАЮ
Директор
Чл.-корр. РАН



И.Л. Федюшкин
«07» *сентября* 2015 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**«СОВРЕМЕННЫЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ
ИССЛЕДОВАНИЯ ПОЛИМЕРОВ»**

Б1.В.ОД.2 «Вариативная часть»; раздел «Обязательные дисциплины» основной профессиональной образовательной программы высшего образования - программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре по направлению подготовки кадров высшей квалификации **04.06.01 Химические науки**

Направленность (профиль) **02.00.06 «Высокомолекулярные соединения»**

Форма обучения *очная*

Нижний Новгород

2015

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 04.06.01 Химические науки (уровень подготовки кадров высшей квалификации), утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 30.07.2014 г. № 869.

Разработчики:

Старший научный сотрудник ЛФХМИ, к.х.н. О.В. Кузнецова

Программа принята на заседании ученого совета ИМХ РАН

Протокол № 10 от « 24 » июня 2015 г.

Ученый секретарь, к.х.н.



К.Г. Шальнова

1. Цели и задачи освоения дисциплины

Цели дисциплины

Углубленное изучение теоретических, методологических основ современных физических и физико-химических методов исследования полимеров, а также конструктивных особенностей современных приборов, для проведения таких исследований.

Задачи дисциплины:

- Формирование базовых знаний и представлений о фундаментальных законах и основных методах исследования полимеров и физико-химических свойств материалов. Обобщение и систематизация знаний, включающих фундаментальные законы, лежащие в основе физико-химического анализа полимеров.
- Формулирование основных задач физико-химического анализа полимеров, установление границы применимости различных методов;
- Знакомство с основными приемами и методами экспериментального и теоретического исследования физико-химических свойств полимеров, использование этих методов в современных технологиях;

2. Место дисциплины в структуре ООП

Настоящая дисциплина представляет собой обязательную дисциплину в разделе Вариативная часть основной профессиональной образовательной программы высшего образования – программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре по направлению подготовки 04.06.01 «Химические науки» по специальности 02.00.06 *Высокомолекулярные соединения*.

Для успешного освоения дисциплины аспирант должен:

- Базовые представления об инструментальных физико-химических методах исследования;
- проводить самостоятельный поиск химической информации с использованием различных источников (научных изданий, компьютерных баз данных, ресурсов Интернет).

3. Требования к результатам освоения дисциплины

УК-1 - способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях;

ОПК-1 - способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий;

ПК-1 углубленное знание современных методов химии высокомолекулярных соединений и умение применять их на практике;

ПК-3 умение проводить анализ, самостоятельно ставить задачу исследования наиболее актуальных проблем, имеющих значение для химической отрасли, грамотно планировать эксперимент и осуществлять его на практике, владение базовыми представлениями о теоретических основах органической химии, механизмах органических реакций, стереохимии, химии элементоорганических соединений и органической химии;

ПК-4 умение применять физико-химические методы исследования структуры высокомолекулярных соединений и полимерных композиционных материалов.

Аспиранты, завершившие изучение данной дисциплины, должны:

Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины, включают в себя следующие навыки:

Знать: основы инструментальных методов исследования полимеров, их практических возможностях и ограничениях; основные принципиальные отличия разных физико-химических методов и их классификации;

Уметь: использовать закономерности физико-химических процессов при интерпретации экспериментальных данных для полимеров; осуществлять выбор соответствующего физико-химического метода исследования полимеров в зависимости от структуры вещества и поставленной задачи;

Владеть: представлениями об аппаратном оснащении и условиях проведения эксперимента при осуществлении физико-химических исследований полимеров различными методами;

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц (144 часа). Дисциплина изучается в 2 и 3 семестре (2 и 3 годы обучения). Дисциплина состоит из 5 разделов.

4.1. Структура дисциплины

№ п/п	Наименование дисциплины	Объем учебной работы (в часах)	Вид итогового контроля 4
-------	-------------------------	--------------------------------	--------------------------

		Всего	Всего аудит.	Из аудиторных				Сам. работа	
				Лекц.	Лаб./сем.	Прак.	КСР.		
1	Современные физико-химические методы исследования полимеров	144	72	35	-	35	2	72	Зачет с оценкой

4.2. Содержание дисциплины

4.2.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел Дисциплины	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу аспирантов и трудоемкость (в часах)				Самостоят. работа
		Лекции	Лаб./сем.	Практика	КСР	
1	Ведение. Электронная спектроскопия. Люминесценция и люминесцентные методы.	7	-	6	-	14
2	Методы колебательной спектроскопии. ИК-спектроскопия и спектроскопия комбинационного рассеяния (рамановская).	7	-	7	-	14
3	Резонансные методы: спектроскопии ЭПР и ЯМР.	8	-	9	-	16
4	Рентгеноструктурный анализ. Методы масс-спектрометрии.	7	-	7	-	14
5	Теплофизические методы. Калориметрические методы. Дифференциальный термический анализ.	6	-	6	2	14

4.2.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)	Форма проведения занятий (лекции, семинары и т.д.)
1	Введение. Электронная спектроскопия. Люминесценция и люминесцентные методы.	Электромагнитное излучение, природа электромагнитного излучения. Взаимодействие излучения с веществом. Основные законы поглощения и испускания. Абсорбционная спектроскопия в видимой и УФ областях как метод исследования электронных спектров	Лекции, практические занятия, самостоятельная работа

		<p>многоатомных молекул.</p> <p>Применение электронных спектров поглощения в анализе полимеров.</p> <p>Техника и методики эмиссионной и абсорбционной спектроскопии в видимой и УФ областях, аппаратура, чувствительность методов.</p> <p>Виды люминесценции. Спектры поглощения и люминесценции. Флуоресценция и фосфоресценция.</p> <p>Тушение люминесценции (температурное, концентрационное, посторонними веществами). Квантовый выход.</p> <p>Флуорометрический метод анализа.</p> <p>Аппаратурное оформление процесса.</p>	
2	<p>Методы колебательной спектроскопии. ИК-спектроскопия и комбинационного рассеяния (рамановская).</p>	<p>Квантовомеханический подход к описанию колебательных спектров. Уровни энергии и их классификация. Частоты и формы нормальных колебаний молекул.</p> <p>Характеристичность нормальных колебаний.</p> <p>Применение методов колебательной спектроскопии для идентификации полимеров, исследования кинетики полимеризации. Специфичность колебательных спектров.</p> <p>Техника и методики ИК-спектроскопии и спектроскопии КР. Аппаратура для ИК спектроскопии и спектроскопии КР.</p> <p>Сравнение методов ИК и КР.</p>	<p>Лекции, практические занятия, самостоятельная работа</p>
3	<p>Резонансные методы: спектроскопии ЯМР и ЭПР.</p>	<p>Физические основы явления ядерного магнитного резонанса. Применение спектров ЯМР при анализе в химии полимеров.</p> <p>Использование метода ЯМР для исследования процессов сшивания; определение тактичности в полимерах и сополимерах;</p> <p>Изучения молекулярных взаимодействий в полимерных растворах и диффузии в полимерных пленках;</p> <p>Определения совместимости полимеров и полимерных смесей;</p> <p>Изучения конфигурации и конформации полимерных цепей.</p> <p>Метод ЭПР. Условие ЭПР. g-Фактор и его значение. Применение метода ЭПР при исследовании строения полимеров, процессов их окисления и деструкции.</p>	<p>Лекции, практические занятия, самостоятельная работа</p>
4	<p>Рентгеноструктурный анализ. Методы масс-спектрометрии.</p>	<p>Основы метода РСА. Рентгенография на малых углах. Определение степени кристалличности полимеров.</p> <p>Методы ионизации: электронный удар, фотоионизация, химическая ионизация и др.</p> <p>Комбинированные методы.</p> <p>Представление о хромато-масс-</p>	<p>Лекции, практические занятия, самостоятельная работа</p>

		спектрометрии. Изучение начальных стадий разрушения полимера в процессах деструкции. Высокоточное определение молекулярные массы полимеров.	
5	Теплофизические методы. Калориметрические методы. Дифференциальный термический анализ.	Основы метода дифференциальной сканирующей калориметрии. Определение удельной теплоёмкости, исследование процессов плавления и кристаллизации полимеров. Термогравиметрический анализ. Изучение механизма и кинетики деструкции полимера, его термостойкости, твердофазных реакциях. Определение влаги и содержания остаточных материалов в полимере. Изучение сорбции полимеров и состава композиционных полимерных материалов.	Лекции, практические занятия, самостоятельная работа

5. Образовательные технологии

При реализации учебной работы используются активные образовательные технологии (лекции, дискуссии), технологии интерактивного обучения (презентации), информационно-коммуникативные технологии (компьютер, средства мультимедиа).

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы аспирантов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

При реализации программы используются следующие образовательные технологии:

1. Лекции читаются с использованием современных мультимедийных возможностей (слайды подготовлены с помощью программного пакета Microsoft Office PowerPoint) и проекционного оборудования.
2. Проведение практических работ в оборудованных научных лабораториях, участие обучаемых в научной работе и выполнении исследовательских проектов.
3. Использование специального программного обеспечения и Интернет-ресурсов для самообучения в ходе практических и самостоятельных работ.
4. Доступ к научным приборам в Центре коллективного пользования Института.
 - а). Текущий контроль успеваемости осуществляется в форме контрольных вопросов на семинарских и практических занятиях, контроля самостоятельной работы.

Итоговый контроль по данной дисциплине предусмотрен в форме зачета с оценкой.

б). Контрольные вопросы:

1. Природа электромагнитного излучения. Основные законы светопоглощения (закон Бугера-Ламберта-Бера). Спектроскопия в видимой и УФ областях спектров поглощения в количественном анализе полимеров.

2. Виды люминесценции. Спектры поглощения и люминесценции. Флуоресценция и фосфоресценция. Тушение люминесценции.
3. Квантовомеханический подход к описанию колебательных спектров. Уровни энергии и их классификация. Характеристичность нормальных колебаний.
4. Применение методов колебательной спектроскопии для идентификации полимеров, исследования кинетики полимеризации.
5. Техника и методики ИК-спектроскопии и спектроскопии КР. Сравнение методов ИК и КР.
6. Физические основы явления ядерного магнитного резонанса. Применение спектров ЯМР при анализе в химии полимеров. Использование метода ЯМР для определения тактичности в полимерах и сополимерах.
7. Применение спектров ЯМР при анализе совместимости полимеров и полимерных смесей, изучения конфигурации и конформации полимерных цепей.
8. Основы метода ЭПР. Применение метода ЭПР при исследовании строения полимеров, процессов их окисления и деструкции.
9. Основы метода РСА. Рентгенография на малых углах. Определение степени кристалличности полимеров.
10. Методы ионизации: электронный удар, фотоионизация, химическая ионизация и др. Представление о хромато-масс-спектрометрии. Изучение начальных стадий разрушения полимера в процессах деструкции.
11. Применение масс-спектрометрии для высокоточного определения молекулярные массы полимеров.
12. Основы метода дифференциальной сканирующей калориметрии. Определение удельной теплоёмкости, исследование процессов плавления и кристаллизации полимеров.
13. Термогравиметрический анализ. Изучение механизма и кинетики деструкции полимера, его термостойкости, определение влаги и содержания остаточных материалов в полимере.

Критерии оценивания знаний:

Отлично	Подготовка, уровень которой существенно выше среднего с некоторыми ошибками. Твердое знание всех разделов дисциплины. Допускаются неточности, нарушения в последовательности изложения материала. Владение необходимыми приемами и способами решения практических заданий.
Хорошо	В целом, хорошая подготовка, но со значительными ошибками. Твердое знание основных разделов дисциплины. Владение необходимыми приемами и способами решения практических заданий.

Удовлетворительно	Подготовка, удовлетворяющая минимальным требованиям. Знания основного содержания разделов дисциплины, допускаются грубые неточности, неправильные формулировки, нарушения в последовательности изложения материала. Имеющихся знаний достаточно для освоения дисциплин последующих курсов. Допускаются значительные ошибки при выполнении практических заданий.
Неудовлетворительно	Необходима дополнительная подготовка для успешного прохождения испытания. Незнание значительной части основного содержания разделов дисциплины. Имеющихся знаний недостаточно для освоения дисциплин последующих курсов.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Тагер А.А. Физико-химия полимеров. М.: Госхимиздат, 1963. – 536 с.
2. Киреев В.В. Высокмолекулярные соединения. М.: Высш. шк., 1992. 512 с.
3. Оудиан Дж. Основы химии полимеров. М.: Мир, 1974. 614 с.
4. Барлтроп Дж., Койл Дж. Возбужденные состояния в органической химии. М.: Мир. 1978. 446с.
5. Н.Г. Рамбиди . Структура полимеров – от молекул до наноансамблей. Долгопрудный: Издательский Дом «Интеллект», 2011, 376 с.

б) дополнительная литература:

1. Сутягин В.М., Ляпков А.А. Учебное пособие. Физико-химические методы исследования полимеров. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2008. – 130 с.
2. Черкасов В.К., Курский Ю.А., Кожанов К.А., Шавырин А.С., Бубнов М.П., Куропатов В.А. Методы ЭПР и ЯМР в органической и элементоорганической химии. Электронное учебное пособие. – Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2010. - 53 с.
3. Н.Г. Рамбиди . Структура и свойства наноразмерных образований. Реалии сегодняшней нанотехнологии. Долгопрудный: Издательский Дом «Интеллект», 2011, 376 с.

<http://www.sciencedirect.com/science/journal/00796700>

<http://www.tandf.co.uk/journals/LMSC>

<http://www.springerlink.com/content/104935/>

<http://www.sciencedirect.com/science/journal/00323861>

<http://www.sciencedirect.com/science/journal/00143057>

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

[http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1002/\(ISSN\)1521-3927](http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1002/(ISSN)1521-3927)

[http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1002/\(ISSN\)1521-3935](http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1002/(ISSN)1521-3935)

[http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1002/\(ISSN\)1097-0126](http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1002/(ISSN)1097-0126)

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

- Фурье ЯМР-спектрометр Bruker DPX 200 МГц
- Фурье ЯМР-спектрометр Bruker Avance III 400 МГц
- Рентгеновский монокристалльный дифрактометр SMART APEX Bruker
- Рентгеновский монокристалльный дифрактометр Oxford Xcalibur E
- ЭПР спектрометр Bruker EMX
- ИК-Фурье-спектрометр Bruker "VERTEX 70"
- Лабораторный ИК-Фурье-спектрометр "ФСМ 1201"
- УФ - спектрофотометр "Perkin Elmer UV/VIS Lambda 25"
- Гель-проникающий хроматограф "Knauer"
- Жидкостные хроматографы "Миллихром" и "KNAUER"
- Газовые хроматографы "Цвет 600" и "Цвет 800"
- Хроматомассспектрометр "Polaris Q" с хроматографом "Trace GC Ultra"
- Спектрофлуориметр "Perkin-Elmer LS-55"
- UV-, VIS-, NIR- спектрометр "Shimadzu VU 3600"