

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
образования «Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М.  
Бербекова» (КБГУ)**

**Институт химии и биологии  
Кафедра органической химии и высокомолекулярных соединений**

СОГЛАСОВАНО  
Руководитель образовательной программы  
\_\_\_\_\_ Т.А. Борукаев

УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИХиБ  
\_\_\_\_\_ А.М.Хараев

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2021г.

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2021г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)  
Б1.В.ОД.3 «Методы исследования структуры и свойств полимеров»**

Направление подготовки  
04.06.01 Химические науки

Направленность  
02.00.06 -высокомолекулярные соединения

Степень выпускника  
Исследователь. Преподаватель-исследователь

Форма обучения  
Очная

Рабочая программа дисциплины (модуля) «Методы исследования структуры и свойств полимеров»/составитель С.Ю. Хаширова – Нальчик: КБГУ, 2021. – 19 с.

Программа дисциплины «Методы исследования структуры и свойств полимеров» предназначена для обучающихся очной формы обучения по направлению подготовки 04.06.01 – Химические науки (уровень подготовки кадров высшей квалификации), направленность подготовки 02.00.06-Высокомолекулярные соединения 1-й год обучения, 2-й семестр.

Программа дисциплины «Методы исследования структуры и свойств полимеров» составлена в соответствии Федеральным государственным образовательным стандартом по направлению подготовки 04.06.01 – Химические науки (уровень подготовки кадров высшей квалификации), утвержденного приказом Минобрнауки России от 30.07. 2014 г. № 898 (ред. от 30.04. 2015 г) (зарегистрировано в Минюсте 20.08.2014 г. №33688).

## Содержание

	с.	
1	Цель и задачи освоения дисциплины	4
2	Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО	4
3	Требования к результатам освоения дисциплины (модуля)	5
4	Содержание и структура дисциплины (модуля)	6
5	Оценочные материалы для текущего и рубежного контроля успеваемости и промежуточной аттестации	12
6.	Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности	15
7	Учебно-методическое обеспечение дисциплины (модуля)	17
8	Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)	18
9	Лист изменений (дополнений) в рабочей программе дисциплины (модуля)	19

## **1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**Цель** состоит в том, чтобы дать систематизированные основы научных представлений по вопросам химического и физико-химического анализа полимерных материалов и их низкомолекулярных компонентов; раскрыть состояние и перспективы развития в области инструментального анализа полимерных материалов; сконцентрировать внимание обучающихся на сложных и узловых вопросах рассматриваемых проблем; способностью использовать современные приборы и методики, организовывать проведение экспериментов и испытаний, проводить их обработку и анализировать их результаты.

### **Задачи:**

- 1) Изложение основ систематического физико-химического анализа полимерных объектов с учетом их специфики;
- 2) Формирование умений и навыков работы в современной аналитической лаборатории;
- 3) Введение студентов в основы санитарно-токсикологического анализа веществ, выделяющихся в окружающую среду при синтезе, переработке и эксплуатации полимерных материалов.

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО**

Учебная дисциплина «Методы исследования структуры и свойств растворов полимеров» в соответствии с Федеральным Государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования относится к вариативной части блока 1– Б1.В.ОД.3. и изучается в 2 семестре 1 курса.

В результате изучения дисциплины предполагается получение аспирантами более углубленных профессиональных знаний, умений и навыков в различных областях профессиональной деятельности. Она объединяет избранные разделы органической, физической, коллоидной и аналитической химии, имеющих существенное значение для формирования естественнонаучного мышления специалистов-химиков.

Плодотворное изучение курса предполагает знание основных положений общих курсов «Аналитическая химия», «Высокомолекулярные соединения», «Физические методы исследования» и спецкурсов «Методы исследования полимеров». Предлагаемый материал можно рекомендовать в качестве компонента курсов повышения квалификации для специалистов, связанных с производством и использованием полимерных материалов.

## **3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

### **3.1. Элементы профессиональных (ПК) компетенций, формируемых данной дисциплиной:**

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

-готовностью организовать работу исследовательского коллектива в области химии и смежных наук (ОПК-2);

-готовностью к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования (ОПК-3);

-способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических

задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1);

-способностью проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки (УК-2);

-готовностью участвовать в работе российских и международных коллективов по решению научных и научно-образовательных задач (УК-3);

-готовностью использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках (УК-4);

-способностью планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития (УК-5).

### **3.2. Результаты образования, формируемого данной дисциплиной**

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

#### **Знать:**

- классификацию и характеристики важнейших промышленных полимеров;
- методы получения наиболее важных полимерных соединений и механизмы этих процессов;
- Физико-химические аспекты формирования структуры и свойств полимеров.
- методы исследования полимеров и их применение на практике.
- уметь практически использовать знания методов синтеза и свойств полимеров;
- определять основные характеристики полимеров посредством качественного и количественного анализа, измерения физических, деформационно-прочностных и термических свойств.
- использовать физические методы исследования полимеров:

ИК-спектроскопию, ядерный магнитный резонанс, дифференциально-термический анализ, дифференциально-сканирующую калориметрию масс-спектрометрию и др.

#### **Уметь:**

1. Научно обосновывать наблюдаемые явления.
2. Производить физико-химические измерения, характеризующие те или иные свойства полимеров.
3. Представлять результаты экспериментальных исследований в виде таблиц и графиков.
4. Производить наблюдения за протеканием химических реакций и делать обоснованные выводы.
5. Представлять результаты экспериментов и наблюдений в виде законченного протокола исследования с важнейшими выводами.
6. Решать типовые практические задачи.
7. Решать ситуационные задачи, опираясь на теоретические положения, моделирующие физико-химические процессы, протекающие в полимерных системах.
8. Уверенно ориентироваться в информационном потоке (использовать справочные данные и библиографию по той или иной проблеме).

#### **Владеть:**

1. Самостоятельной работой с учебной, научной и справочной литературой; вести поиск и делать обобщающие выводы.
2. Безопасной работы в химической лаборатории.
3. Работы с химической посудой. Использование ее по назначению и правильно отбирать пробы для анализа.
4. Работы с электронагревательными приборами и другими электрическими приборами, спиртовками.

5. Отбора и переноса проб. Работы с пипетками, бюретками, мерными цилиндрами, мензурками.
6. Мытьё химической посуды.
7. Работы с термометрами, барометрами, денсиметрами.
8. Взвешивание на теххимических и аналитических весах. Правильного использования разновесов.
9. Работы с физико-химическими приборами.
10. Графической обработки результатов анализа и определения различных констант.

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

*Таблица 1. Содержание дисциплины (модуля)*

№ раздела	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1	Предварительные исследования полимеров	Механические испытания полимеров Идентификация эластомеров, термопластов, реактопластов по результатам механических испытаний и испытаний образцов на нагрев. Определение плотности Методы определения плотности жидких и твердых полимеров. Идентификация полимеров по результатам исследования его плотности относительно воды и водного раствора тиосульфата натрия. Поведение полимеров при внесении в пламя. Определение полимера по воздействию пламени и высокой температуры. Процессы, происходящие при сжигании полимера. Подготовка образцов и выполнение анализа. Исследование растворимости полимеров Особенности растворения полимеров по сравнению с низкомолекулярными веществами. Характеристика органических растворителей, применяемых для выделения полимера из материалов. Схема идентификации полимеров по растворимости. Качественные реакции элементов Способы проведения предварительной минерализации образца: сжигание в колбе с кислородом, пиролиз, восстановительное разложение с металлическим натрием, сплавление с натрием или калием. Недостатки и преимущества. Определение азота по реакции с солями железа. Определение галогенов (хлора, брома, йода). Проведение пробы Бейльштейна. Перевод органически связанного галогена в свободный галоген. Определение серы по реакциям с ацетатом свинца и нитропруссидом натрия. Определение фосфора по реакциям с молибдатом аммония и магниезальной смесью. Качественные реакции полимеров. Реакция с раствором фуксина. Реакция Либермана–Шторха–Моравского. Подготовка образца и проведение анализа.	Р, К
2	Систематический анализ полимеров	Водорастворимые полимеры. Строение наиболее распространенных водорастворимых полимеров, получение и свойства. Схема анализа водорастворимых	Р, К

	по аналитическ им группам	<p>полимеров. Качественные реакции полиакриламида, сополимеров метакриламида и метакриловой кислоты (реакция Мано), поливинилового спирта и производных целлюлозы. Получение, свойства и строение наиболее распространенных галогенсодержащих полимеров. Схема анализа. Качественные реакции: реакции с хлоруксусными кислотами и морфолином. Аммиачный метод количественного определения галогенов. Схема анализа азотсодержащих полимеров. Строение, получение и свойства полиамидов. Определение общего содержания формальдегида. Химический анализ полиакрилонитрила и его сополимеров. Проба Берчфильда. Проба Вебера. Анализ нитроцеллюлозы. Растворимость нитроцеллюлозы в органических растворителях. Полимеры на основе фенолов. Получение, свойства и строение полимеров, в продуктах деструкции которых находится фенол. Схема анализа. Качественные реакции фенолоальдегидных и эпоксидных полимеров. Качественное определение полифениленоксидов, поликарбонатов и полисульфонов. Подготовка образцов полимеров и проведение анализа. Полимеры, содержащие сложноэфирные группы. Общая характеристика полиэфиров. Схема анализа. Строение, получение и свойства полиэфиров. Обнаружение полиэфиров по определению кислот и гликолей. Анализ эфиров целлюлозы по поведению в пламени, пробой Либермана-Шторха-Моравского, реакцией с фуксином. Проведение реакций с иодом и с серной кислотой. Полимеры на основе простых эфиров. Общая характеристика простых полиэфиров. Качественные реакции полиформальдегида, сополимеров триоксана или формальдегида, поливинилацеталей, Определение простых эфиров целлюлозы, полиэтиленоксида и пентона. Общая схема анализа. Полимеры на основе углеводов. Общая характеристика полимеров и схема анализа. Получение и свойства полиэтилена, полипропилена, сополимеров этилена с пропиленом и полиизобутилена.</p>	
3	Анализ полимерных композицио нных материалов методом ИК спектроскоп ии	<p>Основы ИК спектроскопии. Роль современных физических и физико-химических методов в анализе полимерных композиционных материалов (ПКМ), их полимерной основы и целевых компонентов. Особенности анализа ПКМ. Роль метода ИК спектроскопии в аналитической химии полимеров. Природа и условия получения колебательных спектров. Ближняя, средняя и дальняя ИК область. Представление спектральных кривых в ИК области. Закон Ламберта–Бера-Бугера. Основные характеристики полос поглощения. Анализ и интерпретация спектров. Групповые или характеристические частоты. Ограничения концепции характеристических частот. Классификация колебаний по форме: валентные и</p>	ЛР, К

		<p>деформационные колебания. Идентификация соединений и качественный анализ смесей. Особенности колебательной спектроскопии высокомолекулярных соединений по сравнению с низкомолекулярными соединениями. Приборы и экспериментальная техника. Принципы устройства и действия ИК спектрометров. ИК спектрометры с последовательным сканированием спектра. Оптическая схема и принцип работы; основные части спектрометра и их назначение. Однолучевые и двухлучевые диспергирующие ИК спектрометры. ИК спектрометры с Фурье преобразованием. Типы интерферометров. Оптическая схемы Фурье спектрометра (по принципу Майкельсона). Регистрация интерферограммы и ее преобразование в спектр поглощения. Преимущества и достоинства Фурье спектроскопии. Применение и возможности ИК-Фурье спектроскопии для анализа полимерных композиционных материалов. Методы неразрушающего контроля и анализа полимеров, полимерных композиционных материалов и их целевых ингредиентов Спектроскопия нарушенного полного внутреннего отражения (НПВО); ее физические основы. Приставки НПВО и МНПВО (многократного НПВО); их назначение. Оптические материалы, используемые для изготовления приставок, и требования к ним. Типы оптических элементов НПВО. Количественный анализ в спектроскопии НПВО. Достоинства и возможности метода НПВО при анализе полимерных материалов, их полимерной основы и компонентов. Спектры диффузного отражения порошкообразных полимерных образцов. Сущность метода диффузного отражения. Устройство приставок диффузного отражения. Расширение функциональных возможностей ИК-Фурье спектроскопии. Внешние устройства к ИК-Фурье спектрометрам для реализации сложных аналитических методик (микроскопы, дополнительные кюветные отделения) и устройства сопряжения с различными аналитическими приборами (Раман- спектрометрами, хроматографами, термоанализаторами). Подготовка образцов полимеров, полимерных композиционных материалов и их компонентов. Выбор методики пробоподготовки образца. Особенности съемки ИК спектров жидких образцов. Способы подготовки твердых образцов. Прессование таблеток с KBr, приготовление суспензий в вазелиновом масле или других иммерсионных средах. Пленки растворимых полимеров, получаемые из растворов методом полива; требования к растворителям, используемые подложки. Контроль наличия растворителя в пленке. Пленки расплавов, получаемые методом прессования. Выбор условий прессования.</p>	
--	--	--	--

4	Анализ полимерных материалов по продуктам их разложения	Идентификация полимеров и полимерных композиционных материалов по продуктам их термического разложения и методы анализа. Факторы, влияющие на состав продуктов термической и термоокислительной деструкции полимерных материалов. Возможности метода пиролизической газовой хроматографии для анализа полимеров и полимерных материалов, ее аппаратное оформление. Типы пиролизеров, их достоинства и недостатки. Роль стандартизации условий эксперимента и выбора образца для анализа при пиролизе. Анализ полимерных материалов по продуктам пиролизического разложения методом ИК спектроскопии. Методические особенности пробоподготовки продуктов термического разложения полимерных образцов для получения ИК спектров. Интеграция современных методов и методик изучения продуктов деструкции полимеров и полимерных материалов.	ЛР, К
5	Идентификация сополимеров и определение их состава	Задачи и методы анализа статистических, блок-сополимеров и привитых сополимеров. Анализ сополимеров по функциональным группам; определение COOH групп в сополимерах акриловой кислоты и ОСОСН <sub>3</sub> групп в сополимерах винилацетата. Элементный анализ. Определение состава сополимера этилена с винилацетатом по содержанию кислорода в полимере. Особенности анализа сополимеров методом ИК спектроскопии. Зависимость спектральных параметров полос поглощения сополимера от окружения мономера, возможности образования Н-связей и диполь-дипольного взаимодействия функциональных групп сополимеров, от способности к кристаллизации Выбор аналитических полос поглощения для анализа сополимеров. Методологические подходы к количественному анализу сополимеров. Методы определения молярного коэффициента поглощения для количественного анализа. Методы и приемы получения стандартных образцов сополимеров. Анализ растворов сополимеров по абсолютной градуировке. Метод отношения оптических плотностей полос поглощения сомономеров. Определение состава сополимеров различных классов. Соплимеры этилена и пропилена. Определение СН <sub>3</sub> групп для оценки разветвленности полиэтилена; оценка по ИК спектрам содержания ненасыщенных С=С связей различного типа. ИК спектроскопическое определение микротаكتичности полипропилена. Различие ИК спектров изотактического и атактического полипропилена. Использование особенностей спектров гомополимеров (полиэтилена и полипропилена) для определения состава сополимера этилена и пропилена. Анализ по ИК спектрам состава сополимера этилена с винилацетатом. Спектроскопические методики анализа	ЛР, К

		состава сополимеров стирола и акрилонитрила, стирола и бутадиена и АВС пластиков. Оценка содержания винилацетата в сополимерах винилацетата с винилхлоридом и виниловым спиртом по интенсивности полос поглощения валентных колебаний карбонильной группы.	
6	Анализ целевых компонентов и примесей в полимерном композиционном материале	<p>Сложность идентификации полимерных композиционных материалов, целевых компонентов (ингредиентов) и примесей. Необходимость введения в ПКМ различных ингредиентов, их характеристики и роль в технологическом процессе производства и в регулировании эксплуатационных свойств полимерного материала. Пластификаторы, стабилизаторы различного назначения (антиоксиданты, светостабилизаторы, антирады), поверхностно-активные вещества (катионные, анионные и неионогенные ПАВ), антипирены органической и неорганической природы, наполнители (активные и неактивные) органической и неорганической природы; их химическая структура и свойства. Ингредиенты резиновой смеси и их назначение. Роль компонентов пластмасс и резин в обеспечении экологической надежности полимерных материалов в процессе их производства и эксплуатации. Выделение химических добавок из ПКМ. Методологические подходы к анализу компонентов и примесей в полимерном материале. Прямой анализ полимера и его раствора. Предварительное отделение компонентов от полимерной части образца. Выбор метода и условий выделения низкомолекулярных ингредиентов из ПКМ. Выделение органических добавок и наполнителей методом экстракции органическим растворителем. Подбор экстрагента; факторы, влияющие на скорость экстракции. Последовательное выделение добавок различными растворителями. Разделение выделенных низкомолекулярных веществ и примесей методом жидкостной хроматографии. Особенности анализа многослойных композиций. Выделение добавок методом растворения и переосаждения полимерного образца для отделения от оставшихся в растворе компонентов. Особенности анализа полимерных композиционных материалов, содержащих технический углерод. Методы выделения и анализа неорганических наполнителей и добавок. Роль органического и функционального анализа в идентификации выделенных из ПКМ веществ. Идентификация выделенных ингредиентов методами УФ, ИК и ЯМР спектроскопии, масс-спектрометрии, газожидкостной и высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ). Роль метода ИК спектроскопии в анализе вредных низкомолекулярных компонентов органической и неорганической природы, мигрирующих из ПКМ.</p>	ЛР, К

		<p>Определение качественного и количественного состава выделяющихся веществ, изучение кинетики процесса выделения добавок и расчет на основании спектроскопических данных коэффициентов диффузии мигрантов. Методы определения ингредиентов в полимерном материале. Анализ содержания пластификатора. Методы ИК и УФ спектроскопии и метод НПВО с использованием ИК- Фурье спектроскопии для анализа пластификатора в ПКМ без отделения полимерной основы. Использование растворов полимеров для прямого анализа пластификаторов. Выбор аналитических полос поглощения в пластификаторах различного химического строения (сложных эфирах, фосфатах) для их количественного определения в ПКМ спектральными методами. Достоинства и недостатки газожидкостной и гелепроникающей хроматографии при прямом анализе пластификаторов. Определение пластификаторов в экстрактах полимеров. Анализ экстрактов спектроскопическими методами (ИК и УФ), методами тонкослойной и гелепроникающей хроматографии. Определение содержания и типа наполнителя. Недеструктивные методы анализа наполнителей. Прямой анализ пленочных полимерных материалов методом сканирующей ИК спектроскопии и методом НПВО с использованием ИК-Фурье спектроскопии. Выбор аналитических полос поглощения в ИК спектрах мела, диоксида кремния и титана, талька для количественного определения наполнителя в ПКМ. Деструктивные методы анализа наполнителей. Предварительное озоление образца полимерного материала и гравиметрическое определение зольности. Эмиссионный анализ золы. Идентификация наполнителей методом термогравиметрии. Определение остаточных количеств инициаторов и катализаторов синтеза и ингибиторов старения в полимерах. Методы анализа остаточного мономера в полимерном материале. Газохроматографический метод анализа остаточных мономеров из растворов полимеров. Преимущества парофазного варианта анализа. Анализ равновесной газовой фазы при определении остаточного мономера в пленочных упаковочных материалах. Растворный метод парофазного анализа для гранулированных образцов полимеров; требования к растворителю.</p>	
8	Анализ летучих токсичных продуктов горения полимеров и полимерных материалов	<p>Характеристика полимерных материалов, как горючих веществ. Понятие о температурах воспламенения и самовоспламенения полимеров. Нижний концентрационный предел распространения пламени (НКПР), как одна из определяющих величин огнестойкости полимера. Значения НКПР для наиболее распространенных полимеров. Способы снижения горючести полимерных материалов: огнезащита с</p>	ЛР, К

		использованием устойчивых к пламени материалов, введение наполнителей, введение замедлителей горения или антипиреирующих составов, модификация полимерных материалов. Методы изучения токсичности газов, являющихся продуктами полного и неполного сгорания полимеров. Понятие о коэффициентах токсичности различных полимеров и материалов. Результаты санитарно-химических исследований продуктов термического разложения при горении фенолформальдегидных смол и фторопластов.	
--	--	---	--

### Структура дисциплины (модуля)

Таблица 2. Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы (72 часов)

Вид работы	Трудоемкость, часов	
	2 Семестр	Всего
<b>Общая трудоемкость (в часах)</b>	<b>72</b>	<b>72</b>
<b>Контактная работа (в часах):</b>	20	20
Лекционные занятия (Л)	20	20
Практические занятия (ПЗ)	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	-	-
<b>Самостоятельная работа (в часах):</b>	52	52
Расчетно-графическое задание (РГЗ)	-	-
Реферат (Р)	-	-
Контроль	-	-
Контрольная работа (К)	-	-
Самостоятельное изучение разделов /тем	-	-
<b>Вид промежуточной аттестации</b>	зачет	зачет

Таблица 3. Лекционные занятия

№ п/п	Тема
1.	Структура и классификация полимеров. Мономеры, олигомеры, полимеры. Изомерия у полимеров. Линейные, разветвленные и сетчатые полимеры. Химическая структура макромолекул. Конфигурация и конформация.
2.	Молекулярная масса и ММР. Методы определения молекулярной массы. Средняя молекулярная масса. Молекулярно-массовое распределение. Среднечисловая, среднемассовая, средневязкостная молекулярная масса. Методы определения молекулярной массы полимеров.
3.	Основы ИК спектроскопии.
4.	Сложность идентификации полимерных композиционных материалов, целевых компонентов
5.	Идентификация полимеров и полимерных композиционных материалов по продуктам их термического разложения и методы анализа.
6.	Спектроскопия нарушенного полного внутреннего отражения (НПВО).
7.	Спектры диффузного отражения порошкообразных полимерных образцов.

8.	Контроль наличия растворителя в пленке.
9.	Основные ингредиенты резины. Особенности анализа резин
10.	Термогравиметрический анализ полимеров.
11.	Дифференциальная сканирующая калориметрия полимеров.
12.	Определение пластификаторов в экстрактах полимеров. Анализ экстрактов спектроскопическими методами (ИК и УФ), методами тонкослойной и гелепроникающей хроматографии.
13.	Идентификация наполнителей методом термогравиметрии.
14.	Методы анализа остаточного мономера в полимерном материале.
15.	Газохроматографический метод анализа
16.	Достоинства и недостатки газожидкостной и гелепроникающей хроматографии при прямом анализе пластификаторов.
17.	УФ-спектроскопия.
18.	Ядерно-магнитный резонанс.
19.	Люминесцентные полимеры. Флуоресценция.
20.	Метод масс-спектрометрии.

*Таблица 4. Самостоятельное изучение разделов дисциплины*

№ п/п	Тема
1.	Наличие, каких химических элементов определяют на предварительном этапе анализа полимеров.
2.	Предварительные исследования полимеров.
3.	Перечислите варианты предварительного анализа полимеров и материалов на их основе.
4.	Особенности качественного и количественного химического анализа полимеров. Основные качественные реакции полимеров, используемые в систематическом анализе.
5.	Классификация полимеров по аналитическим группам.
6.	Концепция групповых и характеристических частот. Факторы влияют на характеристические частоты в ИК спектрах. Особенности анализа состава сополимеров методом ИК-спектроскопии.
7.	Возможности метода ИК спектроскопии для идентификации полимеров и ПКМ. Возможности метода НПВО при исследовании полимеров и полимерных систем.
8.	Спектроскопия нарушенного полного внутреннего отражения (НПВО).

9.	Методы идентификации сополимеров и определения их состава.
10.	Спектроскопические методы определения состава сополимеров стирола и акрилонитрила, стирола и бутадиена и АВС пластиков.
11.	Основные ингредиенты резины. Особенности анализа резин. Схема анализа резин на основе каучуков карбоцепного строения.
12.	Методы выделения полимерной основы, органических добавок и наполнителей и методы идентификации выделенных из ПКМ компонентов.
13.	Методы определения химической природы индивидуальных веществ, выделяющихся из ПМ.
14.	Методы для анализа пластификаторов в ПКМ. Их достоинства и недостатки.
15.	Деструктивные и недеструктивные методы анализа наполнителей полимерных композиционных материалов.
16.	Метод полярографии: наличие концевых групп в полимерах; металлы; катализаторы; мономеры; пластификаторы; стабилизаторы; ингибиторы; и другие примеси.
17.	Какие температуры необходимо определять при оценке огнестойкости полимеров. Какими параметрами характеризуют токсичность продуктов горения полимеров.
18.	Реологические и пластоэластические свойства каучуков и резиновых смесей
19.	Ингредиенты резиновой смеси и их назначение.
20.	Роль компонентов пластмасс и резин в обеспечении экологической надежности полимерных материалов в процессе их производства и эксплуатации.
21.	Методы определения плотности жидких и твердых полимеров
22.	Резины, как объект для физико-химического анализа. Схемы анализа резине на основе каучуков различного химического строения.
23.	Классификация антипиренов, механизм их действия
24.	Методы анализа статистических, блок-сополимеров и привитых сополимеров.
25.	Возможности метода пиролитической газовой хроматографии для анализа полимеров и полимерных материалов, ее аппаратное оформление. Типы пиролизеров, их достоинства и недостатки.
26.	Термодинамика высокоэластической деформации.

## 5 ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО И РУБЕЖНОГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

### 5.1. Задания для промежуточной аттестации.

#### Перечень вопросов к зачету

1. Дайте характеристику полимерам, как объектам количественного и

качественного химического анализа.

2. Как проводят идентификацию полимеров по растворимости в органических жидкостях? Сформулируйте основные требования к растворителям.
3. Перечислите семь аналитических групп полимеров. На чем основано разделение по данным группам?
4. Приведите схемы анализа для водорастворимых и галогенсодержащих полимеров.
5. Особенности анализа полимерных композиционных материалов
6. (ПКМ). Значение физических и физико-химических методов в анализе ПКМ, их полимерной основы и целевых компонентов.
7. Блок-схема и принцип работы сканирующего ИК спектрометра.
8. Основные части спектрометра и их назначение.
9. Принцип действия и оптическая схема ИК спектрометров с Фурье преобразованием. Типы интерферометров.
10. Количественный анализ в ИК спектроскопии НПВО.
11. Метод диффузного отражения в ИК спектроскопии. Устройство приставок диффузного отражения. Спектры диффузного отражения порошкообразных полимерных образцов.
12. Методы неразрушающего контроля и анализа ПКМ в ИК-Фурье спектроскопии; их сущность и функциональные возможности.
13. Методологические подходы к количественному анализу сополимеров методом ИК спектроскопии.
14. Идентификация и определение состава сополимеров различных классов методом ИК спектроскопии.
15. Спектроскопические методы анализа состава сополимеров стирола и акрилонитрила, стирола и бутадиена и АВС пластиков.
16. Классификация резин.
17. Опишите способы подготовки резин к качественному или количественному химическому анализу
18. Какие основные ингредиенты входят в состав резин на основе каучуков карбоцепного строения?
19. Методологические подходы к анализу компонентов в ПКМ
20. Методы выделения органических и неорганических добавок и наполнителей из ПКМ.
21. ИК спектроскопический метод анализа выделяющихся из ПКМ низкомолекулярных веществ
22. Методы анализа пластификаторов в ПКМ. Достоинства и недостатки используемых методов.
23. Деструктивные и недеструктивные методы анализа наполнителей полимерных композиционных материалов.
24. Дайте характеристику полимерам, как горючим веществам. Какие способы классификации полимеров по горючести Вам известны?
25. Физический смысл температур воспламенения и самовоспламенения полимеров.
26. Какими способами можно понизить горючесть полимерных материалов?
27. Какие вещества могут являться антипиренами? Опишите механизм действия антипиренов.

#### ***Методические рекомендации:***

Результаты промежуточной аттестации обучающихся оцениваются в дальнейшем по 100-балльной шкале в соответствии с Балльно-рейтинговой системой. Согласно данной системе на зачет отводится до 25 баллов. При наличии 61 балла и выше автоматически

ставится зачет.

Оценка по результатам зачета носит недифференцированный характер – зачтено/не зачтено.

Перед началом зачета преподаватель проверяет наличие присутствующих. Проводит краткий инструктаж обучающихся, выясняет их готовность к сдаче зачета, в т. ч. состояние их здоровья. Обучающийся, испытывающий недомогание, к сдаче зачета не допускается. Преподаватель вместе с командиром учебной группы проверяют готовность аудитории зачету.

Оценка «зачтено» ставится студентам, которые при ответе:

- обнаруживают твёрдое знание программного материала;
- усвоили основную и наиболее значимую дополнительную литературу;
- способны творчески применять знание теории к решению профессиональных задач;
- демонстрируют способность к анализу и сопоставлению различных подходов к решению заявленной в билете проблематики.

Оценка «не зачтено» ставится, если материал, не представляет определенной системы знаний. Имеются заметные нарушения норм литературной речи.

Оценка «не зачтено» предполагает, что студент не разобрался с основными вопросами изученных в процессе обучения курсов, не понимает сущности процессов и явлений, не может ответить на простые. Оценка «не зачтено» ставится также студенту, списавшему ответы на вопросы и читающему эти ответы экзаменатору, не отрываясь от текста, а просьба объяснить или уточнить прочитанный таким образом материал по существу остается без ответа.

Оценка («не зачтено») ставится студентам, которые при ответе:

- обнаруживают значительные пробелы в знаниях основного программного материала;
- допускают принципиальные ошибки в ответе на вопросы экзаменационного билета;
- демонстрируют незнание теории и проделанных лабораторных работ.

Оценки объявляются в день проведения зачета.

Разработанные контролирующие материалы позволяют оценить степень усвоения теоретических и практических знаний, приобретенные умения и владение опытом на репродуктивном уровне, когнитивные (познавательные) умения на продуктивном уровне, и способствуют формированию профессиональных и общекультурных компетенций студентов.

Примеры контролирующих материалов:

В соответствии с рейтинговой системой текущий контроль производится три раза в течение семестра путем балльной оценки качества усвоения теоретического материала (ответы на вопросы) и результатов практической деятельности (решение задач, выполнение заданий, решение проблем).

Промежуточная аттестация (зачет) производится в конце семестра также путем балльной оценки. Итоговый рейтинг определяется суммированием баллов текущей оценки в течение семестра и баллов промежуточной аттестации в конце семестра по результатам зачета. Максимальный итоговый рейтинг соответствует 61 балл (36 – текущая оценка в семестре, 25 – промежуточная аттестация в конце семестра).

## **6. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ.**

*Таблица 6. Результаты освоения учебной дисциплины, подлежащие проверке*

Результаты	Основные показатели оценки	Вид
------------	----------------------------	-----

обучения (компетенции)	результатов обучения	оценочного материала
Способностью самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	<p><b>Знать</b> классификацию и характеристики важнейших промышленных полимеров; методы получения наиболее важных полимерных соединений и механизмы этих процессов; методы исследования полимеров и их применение на практике.</p> <p><b>Уметь</b> практически использовать знания методов синтеза и свойств полимеров; определять основные характеристики полимеров посредством качественного и количественного анализа, измерения физических, деформационно-прочностных и термических свойств; использовать физические методы исследования полимеров: ИК-спектроскопию, ядерный магнитный резонанс, дифференциально-термический анализ, дифференциально-сканирующую калориметрию масс-спектрометрию; научно обосновывать наблюдаемые явления.</p> <p><b>Владеть</b> методами: самостоятельной работы с учебной, научной и справочной литературой; вести поиск и делать обобщающие выводы; безопасной работы в химической лаборатории; отбора и переноса проб. Работы с пипетками, бюретками, мерными цилиндрами, мензурками.</p>	Коллоквиум; Реферат

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 7.1 Основная литература

1. Аверко-Антонович, И.Ю. Методы исследования структуры и свойств полимеров / И.Ю. Аверко-Антонович, Р.Т. Бикмиллин. Казань КГТУ, 2002. 604 с.;
2. Мельникова, М.А. Практикум по химии и физике полимеров и полимерных материалов / М.А. Мельникова. - Благовещенск.: Амурский гос. ун-т, 2015. - 100 с.;
3. Рабек, Я. Экспериментальные методы в химии полимеров: в 2 частях / Я. Рабек; пер. с англ. - М.: Мир, 1983. ч. 2. - 480 с.

### 7.2.Дополнительная литература

1. Дероум, Э. Современные методы ЯМР для химических исследований / Э. Дероум. - М.: Мир, 1992. – 401 с.
2. Энциклопедия полимеров. Т. 1, 2, 3. М.: Советская энциклопедия, 1977.
3. Михайлин, Ю.А. Термоустойчивые полимеры и полимерные материалы / Ю.А. Михайлин. - СПб.: Профессия, 2006. - 624 с.

### 7.3 Периодические издания

1. Журнал «Пластические массы»
2. Журнал «Высокомолекулярные соединения»

### 7.4. Интернет-ресурсы

<http://www.diss.rsl.ru>  
<http://www.viniti.ru>  
<http://www.elibrary.ru>  
<http://www.knigafund.ru/>  
<http://www.isiknowledge.com/>  
<http://www.scopus.com>  
<http://www.e.lanbook.com>

## 8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ).

Таблица 7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

№ п/п	Наименование (компьютерные классы, учебные лаборатории, оборудование)
1	Учебные лаборатории
2	Учебная лаборатория, оснащенная компьютерами (12 шт.)
3	Лабораторная посуда и принадлежности для подготовки мономеров и синтеза полимеров (колбы, прямые и обратные холодильники, пробирки, пипетки, мерные цилиндры, насадки, аллонжи, чашки Петри, стаканы, воронки, штативы, фильтры, ерши лабораторные, термометры).
4	Лабораторное оборудование для синтеза и исследования полимеров (термостат жидкостной, мешалки электрические, линейные автотрансформаторы ЛАТР, водяные или песчаные бани, колбонагреватели, электрические плитки, вискозиметры ВПХ, рефрактометр, весы аналитические, весы технические, шкафы сушильные, рН-метр, установка для определения температуры размягчения, установка для турбидиметрического титрования)
5	Оборудование для исследования полимеров (дифференциальный сканирующий калориметр Setaram DSC131 EVO, ИК-спектрометр, разрывная машина, пресс горячего прессования, приборы для определения теплостойкости, огнестойкости, ударной вязкости, твердости полимеров, кон-калориметр)

**Лист изменений (дополнений)**  
 в рабочей программе дисциплины (модуля)  
 «Методы исследования структуры и свойств полимеров» по направлению 04.06.01  
 – химические науки (уровень подготовки кадров высшей квалификации) направленность  
 программы 02.00.06 – Высокомолекулярные соединения,  
 на 2021-2022 учебный год

№ п/п	Элемент (пункт) РПД	Перечень вносимых изменений (дополнений)	Примечание

*Обсуждена и рекомендована на заседании кафедры органической химии и высокомолекулярных соединений*

Протокол № \_\_\_\_\_ « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021г.

*Заведующий кафедрой* \_\_\_\_\_ / С.Ю. Хаширова/