

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Химический факультет

УТВЕРЖДЕНО:

И.о. декана химического факультета  
А.С. Князев

Рабочая программа дисциплины

**Исследования и анализ полимеров**

по направлению подготовки

**04.03.01 Химия**

Направленность (профиль) подготовки:  
**«Химия»**

Форма обучения  
**Очная**

Квалификация  
**Бакалавр**

Год приема  
**2023**

СОГЛАСОВАНО:  
Руководитель ОП  
В.В. Шелковников

Председатель УМК  
Л.Н. Мишенина

## **1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины (модуля)**

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

– ОПК-1. Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений.

– ОПК-2. Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием.

– ПК-1. Способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИОПК-1.1. Систематизирует и анализирует результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств веществ и материалов.

ИОПК-1.2. Предлагает интерпретацию результатов собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии.

ИОПК-1.3. Формулирует заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности.

ИОПК-2.1. Работает с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности.

ИОПК-2.2. Проводит синтез веществ и материалов разной природы с использованием имеющихся методик.

ИОПК-2.3. Проводит стандартные операции для определения химического и фазового состава веществ и материалов на их основе.

ИОПК-2.4. Проводит исследования свойств веществ и материалов с использованием серийного научного оборудования.

ИПК-1.1. Планирует отдельные стадии исследования при наличии общего плана НИР.

ИПК-1.2. Готовит элементы документации, проекты планов и программ отдельных этапов НИР.

ИПК-1.3. Выбирает технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения поставленных задач НИР.

ИПК-1.4. Готовит объекты исследования.

## **2. Задачи освоения дисциплины**

– Освоить традиционные инструментальные и физико-химические методы исследования органических соединений применительно к исследованию высокомолекулярных соединений, их структуры и реакционной способности;

– Научиться применять полученные знания в области физико-химических методов исследования полимеров для решения практических задач профессиональной деятельности.

– Развить у студентов умения и навыки самостоятельной работы с научной литературой, способности к творчеству, к самообразованию.

## **3. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина относится к Блоку 1 «Дисциплины (модули)».

Дисциплина относится к части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений, предлагается обучающимся на выбор.

Дисциплина входит в Модуль Высокомолекулярные соединения

#### **4. Семестр(ы) освоения и форма(ы) промежуточной аттестации по дисциплине**

Семестр 7, экзамен.

#### **5. Входные требования для освоения дисциплины**

Для успешного освоения дисциплины студенты предварительно знакомятся с дисциплинами обязательной части Б1.О.16-18 (органическая, физическая химия и ВМС), Б1.О.08 физика и Б1.О.12 – строение вещества.

#### **6. Язык реализации**

Русский

#### **7. Объем дисциплины (модуля)**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 часа, из которых:

- лекции: 32 ч.;
- семинарские занятия: 0 ч.
- практические занятия: 0 ч.;
- лабораторные работы: 32 ч.

в том числе практическая подготовка: 32 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

#### **8. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам**

Тема 1. Методы идентификации полимеров и полимерных композиционных материалов.

Первый этап идентификации. Предварительные исследования полимеров. Внешний вид и физические свойства полимеров. Качественные реакции полимеров.

Второй этап идентификации. Элементный анализ. Современные методы идентификации.

Тема 2. Систематический анализ полимеров по аналитическим группам.

Понятие об аналитических группах полимеров. Водорастворимые полимеры. Галогенсодержащие полимеры. Азотсодержащие полимеры. Полимеры на основе фенолов. Полимеры, содержащие сложноэфирные группы. Полимеры на основе простых эфиров. Полимеры на основе углеводов.

Тема 3. Взаимодействие вещества с электромагнитным излучением. Основы ИК-спектроскопии.

Типы колебаний. Характеристические частоты групп. ИК-спектры поглощения органических соединений. Условия измерения спектров поглощения в инфракрасной области.

Тема 4. Анализ полимеров методом колебательной спектроскопии.

Идентификация полимерных материалов. Определение микроструктуры полимеров. Изучение водородных связей. Определение степени кристалличности полимеров. Анализ упорядоченного состояния. ИК-спектры сополимеров.

Тема 5. Основы электронной спектроскопии.

Связь электронных спектров поглощения со строением органических соединений. Использование электронных спектров для идентификации и определения структуры органических соединений.

Тема 6. Электронная спектроскопия полимеров.

Применение электронных спектров при исследовании химических превращений. Определение полосы переноса заряда в полимерных комплексах. Определение состава сополимеров.

Тема 7. Спектроскопия ядерного магнитного резонанса.

Основы метода. Условия наблюдения и основное уравнение ядерного магнитного резонанса.  $^1\text{H}$  и  $^{13}\text{C}$  ЯМР спектры органических соединений. Изучение структуры полимеров методом ЯМР спектроскопии.

Тема 8. Термический анализ полимеров.

Термогравиметрия. Деривативная термогравиметрия. Дифференциальный термический анализ. Дифференциальная сканирующая калориметрия. Термогравиметрическая кривая. Совместный анализ кривых ДСК и ТГ. Применение методов термического анализа в химии полимеров.

Тема 9. Методы определения молекулярных масс высокомолекулярных соединений.

Методы светорассеяния, диффузии, седиментации, осмометрии, эбулиоскопический и криоскопический методы. Вискозиметрия, оценка полидисперсности вискозиметрическим методом.

Тема 10. Фракционирование полимеров.

Общая теория фракционирования. Полидисперсность высокомолекулярных соединений. Методы фракционного осаждения и растворения. Обработка результатов фракционирования.

Тема 11. Хроматографические методы в исследовании полимеров.

Гель-проникающая хроматография. Тонкослойная хроматография полимеров. Пиролитическая газовая хроматография.

Тема 12. Обработка и оформление результатов эксперимента.

Построение комплексных программ и стратегий исследования физико-химических свойств полимеров и полимерных композиционных материалов.

## **9. Текущий контроль по дисциплине**

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, проведения контрольных работ, тестов по лекционному материалу, выполнения индивидуальных заданий и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр.

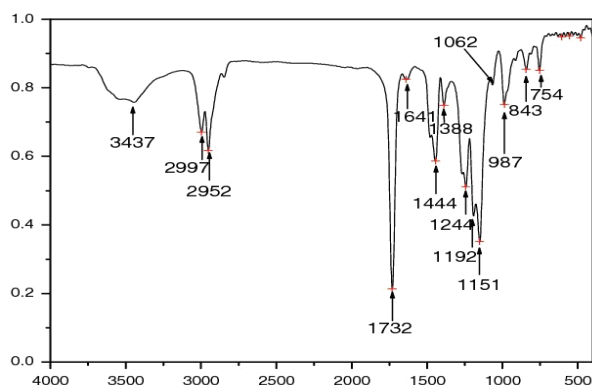
## **10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации**

Экзамен проводится в тестовой форме в системе MOODLE (20 вопросов), банк содержит 100 вопросов, проверяющих сформированность ИОПК-1.1, ИОПК-1.2, ИОПК-1.3, ИОПК-2.1, ИОПК-2.2, ИОПК-2.3, ИОПК-2.4, ИПК-1.1, ИПК-1.2, ИПК-1.3, ИПК-1.4. Продолжительность экзамена 25 мин. Банк вопросов ежегодно корректируется.

Примеры тестовых заданий:

1. В представленном спектре полиметилметакрилата полосам поглощения при 2997 и  $2952\text{ см}^{-1}$  соответствуют:

1. валентные колебания алифатических групп
2. деформационные колебания алифатических групп
3. валентные и деформационные колебания С-О групп
4. валентные колебания С=О групп



2. Содержание транс-1,4-формы в полибутадиеновом каучуке определяют по интенсивности полос поглощения в ИК-спектре при:

1.  $720\text{ см}^{-1}$
2.  $967\text{ см}^{-1}$
3.  $910\text{ см}^{-1}$
4.  $700\text{ см}^{-1}$

3. Методом светорассеяния можно определить ...:

1. среднемассовую молекулярную массу
2. среднечисловую молекулярную массу
3. средневязкостную молекулярную массу
4. z-среднюю молекулярную массу

4. Спин-спиновая релаксация – это процесс...:

1. передачи ядром части энергии своему окружению посредством безызлучательного перехода
2. передачи ядром энергии соседним ядрам того же рода в результате обмена спином
3. самопроизвольного перехода ядер с нижнего уровня с меньшей энергией на верхний уровень с большей энергией
4. взаимодействия ядер с переменным электромагнитным излучением определенной частоты

5. Кривая зависимости потери массы образца от температуры называется:

1. термогравиметрической кривой
2. термомеханической кривой
3. дилатометрической кривой
4. термометрической кривой

Результаты экзамена определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

При выставлении оценки за экзамен учитываются результаты текущего контроля выполнения учебного плана, т.е. положительные оценки за контрольные работы, выполнение индивидуальных заданий, подготовка и защита реферата.

## 11. Учебно-методическое обеспечение

а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «Moodle» - <https://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=28530>

б) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.

в) План лабораторных занятий по дисциплине.

г) Методические указания по проведению лабораторных работ.

д) Методические указания по организации самостоятельной работы студентов.

## 12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

а) основная литература:

– Купцов А. Х. Фурье-КР и Фурье-ИК спектры полимеров / А. Х. Купцов, Г. Н. Жижин. – М. : Техносфера, 2013. – 696 с.

– Киреев В. В. Высокомолекулярные соединения / В. В. Киреев. – М. : Юрайт-Издат, 2013. – 602 с.

– Беккер Ю. Спектроскопия / Ю. Беккер. – М.: Техносфера, 2009. – 528 с.

б) дополнительная литература:

– Рабек Я. Экспериментальные методы в химии полимеров / Я. Рабек. – М. : Мир, 1983. – 384 с.

– Аверко-Антонович И. Ю. Методы исследования структуры и свойств полимеров / И. Ю. Аверко-Антонович, Р. Т. Бикмуллин. – Казань : КГТУ, 2002. – 605 с.

– Дехант И. Инфракрасная спектроскопия полимеров / И. Дехант – М. : Химия, 1976. – 470 с.

– Рамбиди А. Г. Структура полимеров – от молекул до наноансамблей / А. Г. Рамбиди. – М. : Интеллект, 2009. – 264 с.

в) ресурсы сети Интернет:

– <http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/vms.html> – учебные материалы по химии;

– <http://chemnet.ru> – официальное электронное издание Химического факультета МГУ в Internet;

– [https://sdb.sdb.aist.go.jp/sdb/cgi-bin/cre\\_index.cgi](https://sdb.sdb.aist.go.jp/sdb/cgi-bin/cre_index.cgi) – спектральная база данных органических соединений;

– открытые онлайн-курсы.

## 13. Перечень информационных технологий

а) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

– Microsoft Office Standart 2013 Russian: пакет программ. Включает приложения: MS Office Word, MS Office Excel, MS Office PowerPoint, MS Office OneNote, MS Office Publisher, MS Outlook, MS Office Web Apps (Word Excel MS PowerPoint Outlook);

– публично доступные облачные технологии (Google Docs, Яндекс диск и т.п.).

б) информационные справочные системы:

– Электронный каталог Научной библиотеки ТГУ – <http://chamo.lib.tsu.ru/search/query?locale=ru&theme=system>

– Электронная библиотека (репозиторий) ТГУ – <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Index>

– ЭБС Лань – <http://e.lanbook.com/>

– ЭБС Консультант студента – <http://www.studentlibrary.ru/>

– Образовательная платформа Юрайт – <https://urait.ru/>

– ЭБС ZNANIUM.com – <https://znanium.com/>

– ЭБС IPRbooks – <http://www.iprbookshop.ru/>

#### **14. Материально-техническое обеспечение**

Аудитории для проведения занятий лекционного типа.

Аудитории для проведения занятий семинарского типа, индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой и доступом к сети Интернет, в электронную информационно-образовательную среду и к информационным справочным системам.

Лаборатории оборудованы сушильным шкафом, муфельной печью, водяной баней. Кроме того, имеются аналитические весы, лабораторная посуда, вискозиметры и др.

#### **15. Информация о разработчиках**

Акимов Аким Семенович, канд. хим. наук, кафедра высокомолекулярных соединений и нефтехимии Национального исследовательского Томского государственного университета, доцент.