

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.ШУХОВА»
(БГТУ им. В.Г. Шухова)

УТВЕРЖДАЮ
Директор химико-технологического
института
д.т.н., проф. Р.Н. Ястребинский
« 25 » 05 2021 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины

Методы исследования полимерных материалов

направление подготовки (специальность):

18.03.01 – Химическая технология

Направленность программы (профиль, специализация)

Технология и переработка полимеров

Квалификация (степень)
бакалавр

Форма обучения
Очная

Институт: химико-технологический

Кафедра теоретической и прикладной химии

Белгород – 2021

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 07 августа 2020 г. № 922
- плана учебного процесса БГТУ им. В.Г. Шухова, введенного в действие в 2021 году.

Составитель: к.т.н., доц.  (В.А. Полуэктова)

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой:

Теоретической и прикладной химии

Заведующий кафедрой д.т.н., проф.  (В.И. Павленко)

« 12 » мая 2021 г.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

« 13 » мая 2021 г., протокол № 9

Заведующий кафедрой: д.т.н., проф.  (В.И. Павленко)

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 15 » мая 2021 г., протокол № 9

Председатель к.т.н., доцент  (Л.А. Порожнюк)

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

| Категория (группа) компетенций | Код и наименование компетенции | Код и наименование индикатора достижения компетенции | Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине |
|--------------------------------|---|--|--|
| Профессиональные компетенции | <p>ПК-1 Способен проводить исследования сырьевых материалов, опытных партий образцов, анализировать их технологические характеристики, осуществлять поиск, разработку и анализ специализированной литературы для разработки мероприятий по совершенствованию технологических процессов и повышению качества готовых изделий.</p> | <p>ПК-1.3 Осуществляет подготовку предложений на основе обобщения результатов законченных исследований и разработок, а также отечественного и зарубежного опыта</p> | <p>Знания: современных методов теоретического и экспериментального исследования в различных разделах химии; теоретических основ применения спектральных методов, в том числе масс-спектрометрии, рентгеноструктурного и термического анализов при исследовании химических соединений.</p> <p>Умения: квалифицированно выбирать методы исследования для заданной научной и технологической задачи, позволяющие получить наиболее полную информацию; спланировать и провести экспериментальные исследования; интерпретировать результаты анализа исследуемых веществ и на их основе устанавливать строение химических соединений.</p> <p>Навыки: владение способами и методами проведения исследований с помощью современных инструментальных методов; методами обработки результатов; приемами поиска необходимых данных с использованием библиотечных фондов и Интернет-ресурсов.</p> |

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1. Компетенция ПК-1 Способен проводить исследования сырьевых материалов, опытных партий образцов, анализировать их технологические характеристики, осуществлять поиск, обработку и анализ специализированной литературы для разработки мероприятий по совершенствованию технологических процессов и повышению качества готовых изделий.

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами:

| № | Наименование дисциплины (модуля) |
|-----|--|
| 1. | Введение в профессию |
| 2. | Химия мономеров |
| 3. | Технический анализ полимеров |
| 4. | Химия и физика полимеров |
| 5. | Химическое сопротивление полимерных материалов |
| 6. | Методы исследований полимерных материалов |
| 7. | Современные технологии обработки данных |
| 8. | Модифицированные полимерные материалы |
| 9. | Композиционные полимерные материалы |
| 10. | Практический курс профессионального перевода по технологии и переработке полимеров |

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зач. единиц, 108 часов.

Форма промежуточной аттестации дифференцированный зачет.

| Вид учебной работы | Всего часов | Семестр № 5 |
|--|-------------|-------------|
| Общая трудоемкость дисциплины, час | 108 | 108 |
| Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.: | 53 | 53 |
| лекции | 17 | 17 |
| лабораторные | | |
| практические | 34 | 34 |
| консультации | 2 | 2 |
| Самостоятельная работа студентов, в том числе: | 55 | 55 |
| Курсовой проект | | |
| Курсовая работа | | |
| Расчетно-графическое задания | | |
| Индивидуальное домашнее задание | | |
| <i>Другие виды самостоятельной работы</i> | 55 | 55 |
| Форма промежуточной аттестации (зачет) | | |

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Содержание лекционных занятий

Наименование тем, их содержание и объем

Курс 3 Семестр 6

| № п/п | Наименование раздела (краткое содержание) | Виды учебной нагрузки и их трудоемкость, час. | | | |
|---|--|--|-------------------------|-------------------------|-----------------------------|
| | | Лекции | Практические занятия | Лабораторные занятия | Самостоятель- ная работа |
| 1. Основы теоретических и экспериментальных методов исследований. | | | | | |
| | Теоретические методы исследования. Расчетные методы квантовой химии. Атом в расчетных методах. Базисные функции. Молекулярные орбитали. Гамильтониан взаимодействия. Приближение Борна-Опенгеймера. Полуэмпирические, неэмпирические и эмпирические методы квантовой химии. Экспериментальные методы исследования. Классификация инструментальных методов исследования. Краткая характеристика. | 5 | 2 | - | 11 |
| 2. Современные спектроскопические методы исследований | | | | | |
| | Масс-спектрометрия. Краткие сведения о масс-спектрометрии. Принципиальная схема масс-спектрометра. Хромато-масс-спектрометрия. Методы ионизации. Методы разделение ионов. Основные характеристики масс-спектрометра. Расшифровка масс-спектров. Качественный и количественный анализ. Методы магнитного резонанса (ЯМР, ЭПР). Спектроскопия ядерного магнитного резонанса (ЯМР). Области применения. Приборы и оборудование. Блок-схема спектрометра ЯМР. Основы теории ЯМР-спектроскопии. Методология обработки спектра. Изучение степени превращения мономеров в процессе полимеризации. Конформационный анализ полимеров. Исследование молекулярных движений в полимерах. Изучение процессов старения каучуков. Ис- | 6 | 16 | - | 29 |

| | | | | |
|--|--|--|--|--|
| <p>следование совместимости компонентов и межмолекулярных взаимодействий при смешении полимеров. Изучение вулканизационных сеток в эластомерах. Изучение деформации и течения полимеров. Спектроскопия электронного парамагнитного резонанса (ЭПР). Принципы спектроскопии ЭПР. Параметры и структура спектров ЭПР. Исследование кристаллизации методом ЭПР. Определение степени кристалличности. Определение размеров кристаллитов. Исследование ориентации в полимерах. Ядерный квадрупольный резонанс. Методы магнитного резонанса (ЯМР, ЭПР). Спектроскопия ядерного магнитного резонанса (ЯМР). Области применения. Приборы и оборудование. Блок-схема спектрометра ЯМР. Основы теории ЯМР-спектроскопии. Методология обработки спектра. Спектроскопия электронного парамагнитного резонанса (ЭПР). Принципы спектроскопии ЭПР. Параметры и структура спектров ЭПР. Основные взаимодействия. Колебательная спектроскопия (ИК-, КР-спектроскопия). Инфракрасная спектроскопия (ИК). Уровни энергии и переходы между ними. Шкала электромагнитных волн и диапазоны спектральных методов. Инфракрасные спектры. Приборы. Источники и приемники ИК излучения. Блок-схема и принцип работы спектрофотометра. Форма инфракрасных полос поглощения. Спектроскопия комбинированного рассеяния (КР). Спектры комбинированного рассеяния. Качественный и количественный анализ по спектрам КР. Электронная УФ- и ВИ спектроскопия. Особенности ультрафиолетовых и видимых спектров поглощения. Принципиальная схема спектрофотометра. Классификация электронных состояний и переходов. Типы полос поглощения. Простран-</p> | | | | |
|--|--|--|--|--|

| | | | | | |
|---|---|-----------|-----------|----------|-----------|
| | ственные внутри- и межмолекулярные эффекты в электронных спектрах. | | | | |
| 3. Рентгеноструктурный анализ. Термический анализ. | | | | | |
| | Рентгеноструктурный анализ. Природа рентгеновских лучей, их спектры. Поглощение рентгеновских лучей. Детекторы рентгеновского излучения. Принципы методов рентгеноструктурного анализа. Метод Лауэ. Метод вращения кристалла. Метод порошка. Рентгеновская дифрактометрия. Термический анализ. Термогравиметрия. Дифференциальный термический анализ. Дифференциальная сканирующая калориметрия. | 6 | 16 | - | 12 |
| ИТОГО: | | 17 | 34 | - | 55 |

4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

Первое занятие – вводное. На остальных занятиях каждый студент выполняет индивидуально работы из приведенного ниже перечня по графику, составляемому ежегодно.

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Темы практических занятий | К-во часов | К-во часов СРС |
|--------------|--|--|------------|----------------|
| 1 | Основы теоретических и экспериментальных методов исследований. | Вводное занятие. | 2 | 2 |
| 2 | Современные спектроскопические методы исследований | 1. Идентификация органических соединений по масс-спектрам 2. Идентификация органических соединений по УФ-спектрам 3. Идентификация органических соединений методом ЯМР-спектроскопии 4. Структурный анализ органических систем с помощью метода ИК-спектроскопии. | 24 | 24 |
| 3 | Рентгеноструктурный анализ. Термический анализ. | 5. Рентгеноструктурный анализ минеральных веществ 6. Идентификация минеральных веществ по термограммам | 8 | 8 |
| ИТОГО | | | 34 | 34 |

4.3. Содержание лабораторных занятий

Лабораторные занятия учебным планом не предусмотрены.

4.4. Содержание курсового проекта/работы

Выполнение курсового проекта/работы по дисциплине не предусмотрено учебным планом.

4.5. Содержание расчетно-графического задания, индивидуальных домашних заданий

Выполнение РГЗ (ИДЗ) по дисциплине не предусмотрено учебным планом.

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1. Реализация компетенций

- 1. Компетенция ПК-1** Способен проводить исследования сырьевых материалов, опытных партий образцов, анализировать их технологические характеристики, осуществлять поиск, обработку и анализ специализированной литературы для разработки мероприятий по совершенствованию технологических процессов и повышению качества готовых изделий.

| Наименование индикатора достижения компетенции | Используемые средства оценивания |
|--|--|
| ПК-1.3 Осуществляет подготовку предложений на основе обобщения результатов законченных исследований и разработок, а также отечественного и зарубежного опыт | Дифференцированный зачет, выполнение и защита практических работ, многоуровневые задачи коллоквиум, собеседование. |

5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

5.2.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) для дифференцированного зачета

Промежуточная аттестация в конце 6-го семестра осуществляется в форме **дифференцированного зачета** после изучения разделов дисциплины.

При проведении зачета зачетный билет, содержащий два теоретических вопроса и многоуровневая задача, выбирают сами студенты в случайном порядке. Вопросы в билете охватывают показатели оценивания результата обучения по дисциплине: знания, умения, навыки. Для подготовки студенту отводится время в пределах 60 мин.

6 семестр, дифференцированный зачет Теоретические вопросы

1. Радиоспектроскопические методы. ЯМР. Теоретические основы метода.
2. Спин ядра. Магнитный момент ядра. Ядерный магнетон. Гиромагнитное отношение и ядерный фактор.
3. Условие ЯМР для двухуровневой системы. Химический сдвиг сдвиг сигналов ЯМР.

4. Спин-спиновое взаимодействие. Гомоядерные и гетероядерные спиновые системы. Химически эквивалентные и неэквивалентные ядра. Мультиплетность сигналов ЯМР.
5. Основные методики ЯМР-спектроскопии: динамический ЯМР, 2D ЯМР, множественный магнитный резонанс.
6. Использование ЯМР-спектроскопии при проведении фундаментальных исследований и решении практических задач.
7. Радиоспектроскопические методы. ЭПР. Теоретические основы метода. Параметры спектров ЭПР.
8. Использование ЭПР-спектроскопии при проведении фундаментальных исследований и решении практических задач.
9. Радиоспектроскопические методы. ЭПР. Расщепление спиновых энергетических уровней электрона. Параметры и структура спектров. Тонкая и сверхтонкая структура спектров.
10. Методы масс-спектрометрии. Теоретические основы. Ионизация атомов и молекул: ионизация без диссоциации, с частичной диссоциацией, с полной диссоциацией, с образованием возбужденного иона. Основные виды ионов, образующиеся при диссоциации многоатомных молекул.
11. Методы масс-спектрометрии. Методы ионизации: ионизация электронным ударом, фотоионизация, ионизация электрическим полем, химическая ионизация, поверхностная и комбинированная ионизация.
12. Применение масс-спектрометрии: идентификация и установление строения веществ, кинетические и термодинамические исследования.
13. Теоретические основы рентгеноструктурного анализа. Точность и чувствительность рентгеноструктурного метода анализа. Практические методы определения параметров рентгеноструктурного анализа.
14. Теоретические основы ИК-спектроскопии. Источники и приемники ИК излучения. Блок-схема и принцип работы спектрофотометра.
15. Качественный и количественный анализ в ИК-спектроскопии. Расшифровка структуры соединений методом ИК-спектроскопии. Фурье-спектроскопия и ее особенности.
16. Спектроскопия комбинированного рассеяния (КР). Спектры комбинированного рассеяния. Качественный и количественный анализ по спектрам КР.
17. Теоретические основы УФ-спектроскопии. Принципиальная схема спектрофотометра. Классификация электронных состояний и переходов. Типы полос поглощения. Пространственные внутри- и межмолекулярные эффекты в электронных спектрах.
18. Природа рентгеновских лучей, их спектры. Поглощение рентгеновских лучей. Детекторы рентгеновского излучения. Принципы методов рентгеноструктурного анализа. Метод Лауэ. Метод вращения кристалла. Метод порошка. Рентгеновская дифрактометрия.
19. Термический анализ. Принципы дифференциально-термического анализа. Аппаратурное оформление ДТА.
20. Термогравиметрия. Дифференциальный термический анализ. Дифференциальная сканирующая калориметрия.

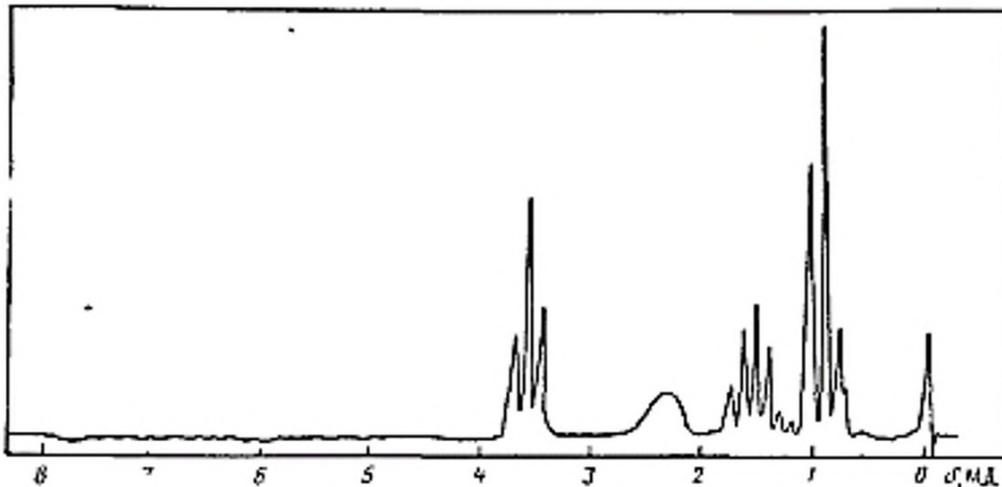
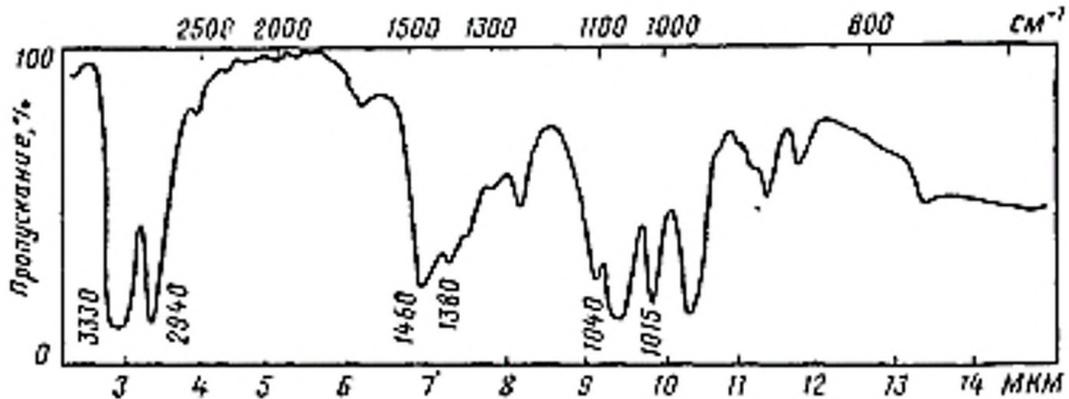
Типовой вариант зачетного билета

БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г. ШУХОВА
Кафедра теоретической и прикладной химии

Дисциплина: Методы исследования полимерных материалов
Направление: 18.03.01 – Химическая технология
Профиль: 18.03.01 -03 Технология и переработка полимеров

БИЛЕТ №

1. Использование ЯМР-спектроскопии при проведении фундаментальных исследований и решении практических задач.
2. Методы масс-спектрометрии. Методы ионизации: ионизация электронным ударом, фотоионизация, ионизация электрическим полем, химическая ионизация, поверхностная и комбинированная ионизация.
3. Определите структуру соединения C_3H_8O по спектрам представленным ниже и данным масс-спектра, представленным в таблице. Соединение прозрачно в УФ-области.



| m/e | Относительная интенсивность | m/e | Относительная интенсивность |
|-------|-----------------------------|-------|-----------------------------|
| 27 | 13,7 | 42 | 13,4 |
| 28 | 10,9 | 43 | 3,8 |
| 29 | 17,0 | 45 | 4,6 |
| 31 | 100 | 58 | 4,9 |
| 39 | 5,59 | 59 | 15,2 |
| 41 | 10,2 | 60 | 10,5 |

Одобрено на заседании кафедры «__» _____ 20__ г. Протокол №__ .

Зав. кафедрой _____ В.И. Павленко

5.2.2. Перечень контрольных материалов для защиты курсового проекта/ курсовой работы

Выполнение курсового проекта/работы по дисциплине не предусмотрено учебным планом.

5.3. Типовые контрольные задания (материалы) для текущего контроля в семестре

Текущий контроль осуществляется в течение семестра в форме защиты лабораторных работ, коллоквиумов, которые включают сдачу теоретического материала и решение задач по каждой теме. Текущий контроль изучения теоретического материала по вопросам коллоквиумов возможны экспресс-методом контроля знаний с использованием тестирования.

Выполнение контрольных работ по дисциплине не предусмотрено учебным планом.

1. **Вопросы для защиты лабораторных работ** приведены в конце каждой лабораторной работы в разделе контрольные вопросы и задачи для самоподготовки [Теоретические и экспериментальные методы исследования в химии: методические указания к выполнению лабораторных работ для студентов очной формы обучения / сост. В.А. Полуэктова – Белгород: Изд-во БГТУ, 2015. – 68 с. — Режим доступа: <https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2015070911493788100000652476.>]

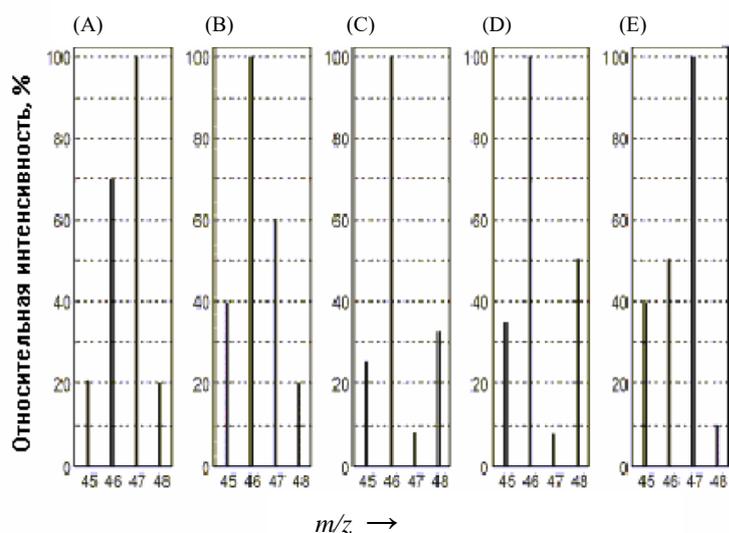
Для защиты практической работы необходимо:

- а) выполнить экспериментальную часть работы, произвести обработку результатов в соответствии с требованиями, приведенными в лабораторном практикуме;
- б) подготовить ответы на контрольные вопросы и решить задачи.

Вопросы для защиты лабораторных работ (пример 1 – практической работа)

1. Природный кремний состоит из трех стабильных изотопов: ^{28}Si , ^{29}Si , ^{30}Si , а природный хлор – из двух стабильных изотопов: ^{35}Cl , ^{37}Cl . Сколько изотопных линий можно наблюдать у иона SiCl_2^+ ?

2. Изотопный состав бора: ^{10}B 19.9%, ^{11}B 80.1%, а хлора: ^{35}Cl 75.77%, ^{37}Cl 24.23%. Какой из приведенных масс-спектров (А – Е) соответствует иону BCl^+ ?



3. Все нижеперечисленные ионы: (а) N_2^+ , (б) CO^+ , (в) CH_2N^+ , (г) C_2H_4^+ имеют одну и ту же номинальную массу $M = 28$ и не могут быть разрешены обычным спектрометром низкого разрешения. Тем не менее, измеряя относительную интенсивность пика $M + 1$, эти ионы можно различить. Укажите ионный фрагмент, у которого относительная интенсивность пика $M + 1$ равна 1.15%. Используйте изотопный состав элементов:

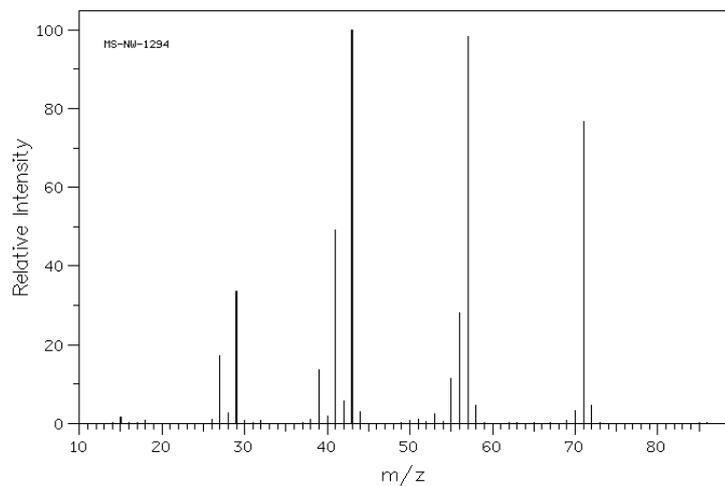
H: ^1H : 99,985% ^2H : 0,015%
C: ^{12}C : 98,9% ^{13}C : 1,1%
N: ^{14}N : 99,634% ^{15}N : 0,366%

O: ^{16}O : 99,762% ^{17}O : 0,038% ^{18}O : 0,20%

4. Идентифицируйте соединение по масс-спектру

SDBS-Mass

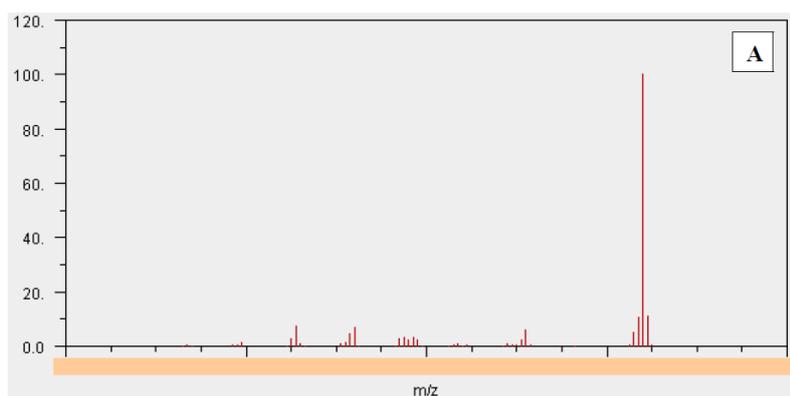
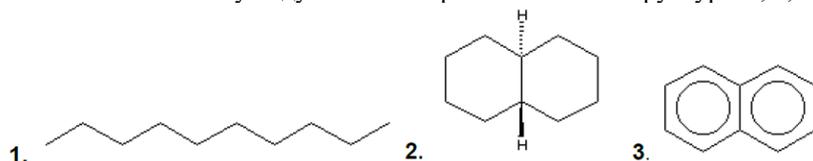
MS-NW-1294 SDBS NO. 652
 2,2-dimethylbutane
 C₆H₁₄ (Mass of molecular ion: 86)

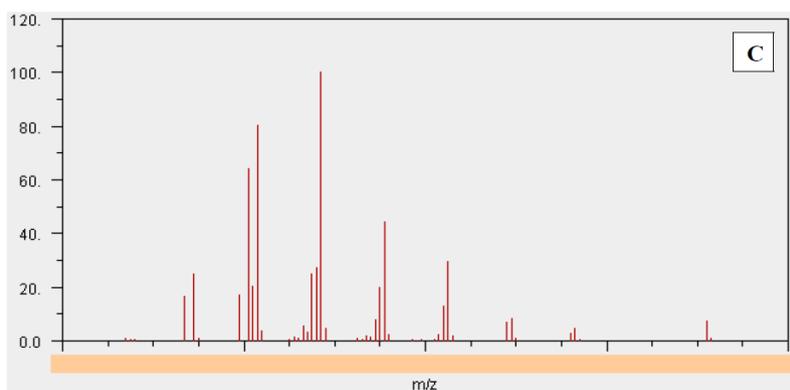
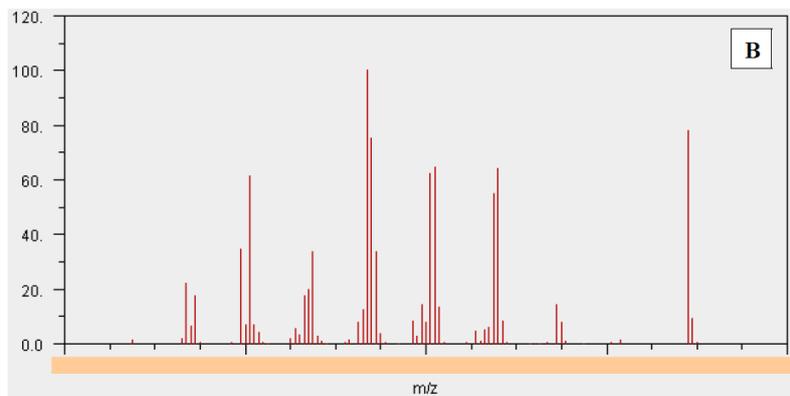


Source Temperature: 260 °C
 Sample Temperature: 180 °C
 RESERVOIR, 75 eV

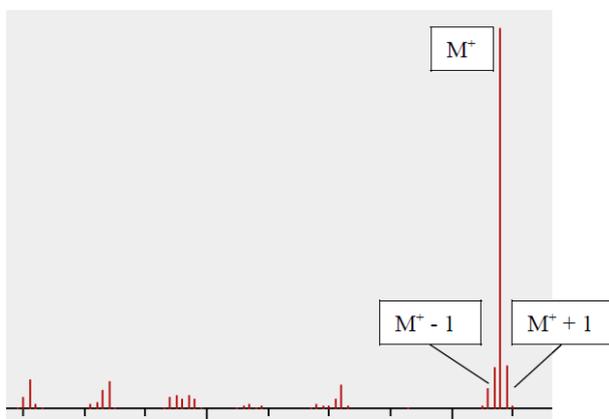
| m/z | Интенсивность | m/z | Интенсивность |
|------|---------------|------|---------------|
| 15.0 | 1.6 | 44.0 | 3.1 |
| 26.0 | 1.1 | 51.0 | 1.1 |
| 27.0 | 17.2 | 53.0 | 2.5 |
| 28.0 | 2.6 | 55.0 | 11.3 |
| 29.0 | 33.6 | 56.0 | 28.0 |
| 38.0 | 1.0 | 57.0 | 98.3 |
| 39.0 | 13.6 | 58.0 | 4.7 |
| 40.0 | 1.8 | 70.0 | 3.3 |
| 41.0 | 49.1 | 71.0 | 76.7 |
| 42.0 | 5.6 | 72.0 | 4.5 |
| 43.0 | 100.0 | | |

5. По внешнему виду масс-спектров соотнесите структуры 1, 2, 3 и спектры А, В, С.





6. В каждом из приведенных спектров правее пика молекулярного иона M^+ наблюдается сигнал небольшой интенсивности M^{+1} , например:



- чем можно объяснить появление сигнала M^{+1} в спектрах органических соединений?
- чем можно объяснить появление сигнала M^{+1} в спектрах органических соединений?

Собеседование. Предполагает опрос студентов на каждом практическом занятии, с целью закрепления материала, контроля полученных знаний и выявления слабых мест в усвоении и понимании материала.

5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

При промежуточной аттестации в форме экзамена и дифференцированного зачета используется следующая шкала оценивания: 2 – неудовлетворительно, 3 – удовлетворительно, 4 – хорошо, 5 – отлично.

Критериями оценивания достижений показателей являются:

| Показатель оценивания результата обучения по дисциплине | Критерий оценивания |
|---|--|
| Знания | современных методов теоретического и экспериментального исследования в химии полимеров; |
| | Объем освоенного материала |
| | Полнота ответов на вопросы |
| | Четкость изложения и интерпретации знаний |
| Умения | квалифицированно выбирать методы исследования для заданной научной и технологической задачи, позволяющие получить наиболее полную информацию; |
| | спланировать и провести экспериментальные исследования; |
| | интерпретировать результаты анализа исследуемых веществ и на их основе устанавливать строение химических соединений. |
| Навыки | применения химических и инструментальных методов исследования, а также теоретических законов аналитической химии к решению практических вопросов химической технологии |
| | владения методами обработки результатов, приемами поиска необходимых данных с использованием библиотечных и Интернет-ресурсов |
| | владения методами работы на современных физико-химических приборах и практическими навыками самостоятельного проведения научного эксперимента. |

Оценка преподавателем выставляется интегрально по всем показателям и критериям оценивания.

Оценка сформированности компетенций по показателю Знания.

| Критерий | Уровень освоения и оценка | | | |
|---|---|---|--|--|
| | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Знание современных методов теоретического и экспериментального исследования в химии полимеров | Не знает современных методов теоретического и экспериментального исследования в химии полимеров | Знает современные методы теоретического и экспериментального исследования в химии полимеров, но допускает неточности в формулировках и объяснении | Знает современные методы теоретического и экспериментального исследования в химии полимеров, умеет применять в решении практических задач, допуская некоторые неточности | Твердо знает современные методы теоретического и экспериментального исследования в химии полимеров, умеет применять в решении практических задач |
| Объем освоенного материала | Не знает значительной части материала дисциплины | Знает только основную материал дисциплины, не усвоил его деталей | Знает материал дисциплины в достаточном объеме | Обладает твердым и полным знанием материала дисциплины, владеет дополнительными знаниями |
| Полнота ответов на вопросы | Не дает ответы на большинство вопросов | Дает неполные ответы на все вопросы | Дает ответы на вопросы, но не все - полные | Дает полные, развернутые ответы на поставленные вопросы |
| Четкость изложения и интерпретации знаний | Излагает знания без логической последовательности | Излагает знания с нарушениями в логической последовательности | Излагает знания без нарушений в логической последовательности | Излагает знания в логической последовательности, самостоятельно их интерпретируя и анализируя |
| | Не иллюстрирует изложение поясняющими примерами | Приводит поясняющие примеры, но с ошибками | Приводит поясняющие примеры корректно и по- | Применяет знания к решению различных проблем в |

| | | | | |
|--|--|---|--|--|
| | рами | | нятно | смежных областях химии и химической технологии, раскрывая полностью усвоенных знаний |
| | Неверно излагает и интерпретирует знания | Допускает неточности в изложении и интерпретации знаний | Грамотно и по существу излагает знания | Грамотно и точно излагает знания, самостоятельно и в полном объеме выполняет анализ и оценку полученных знаний |

Оценка сформированности компетенций по показателю Умения.

| Критерий | Уровень освоения и оценка | | | |
|--|--|--|--|--|
| | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Умение квалифицированно выбирать методы исследования для заданной научной и технологической задачи, позволяющие получить наиболее полную информацию; | Не умеет анализировать и сравнивать возможности, преимущества и недостатки, границы применимости разных методов анализа. | Ошибается при анализе и определении возможностей, преимуществ и недостатков, границ применимости разных методов анализа | Умеет прогнозировать потенциальные возможности методов, знает преимущества и недостатки, границы применимости разных методов анализа, но допускает неточности. | Умеет анализировать и сравнивать возможности, преимущества и недостатки, границы применимости разных методов анализа |
| Умение спланировать и провести экспериментальные исследования; | Не умеет проводить эксперименты по установлению качественного и количественного состава индивидуальных веществ, многокомпонентных систем | Умеет проводить эксперименты по установлению качественного и количественного состава индивидуальных веществ, многокомпонентных систем, но обработка экспериментальных данных затруднена | Умеет проводить эксперименты по установлению качественного и количественного состава индивидуальных веществ, многокомпонентных систем и обработку полученных экспериментальных данных. | Умеет самостоятельно планировать и проводить эксперименты по установлению качественного и количественного состава индивидуальных веществ, многокомпонентных систем и проводить обработку и анализ полученных экспериментальных данных |
| Умение интерпретировать результаты анализа исследуемых веществ и на их основе устанавливать строение химических соединений. | Не умеет использовать справочные данные и результаты химического и физико-химического эксперимента для определения состава анализируемой пробы | Умеет использовать справочные данные и результаты химического и физико-химического эксперимента для определения состава анализируемой пробы, но не умеет использовать результаты химического и физико-химического эксперимента для объяснения сущ- | Умеет использовать справочные данные и результаты химического и физико-химического эксперимента для определения состава анализируемой пробы, умеет использовать результаты химического и физико-химического эксперимента для объяснения сущ- | Умеет использовать справочные данные и результаты химического и физико-химического эксперимента для определения состава анализируемой пробы, умеет использовать результаты химического и физико-химического эксперимента для объяснения сущ- |

| | | | | |
|--|--|-----------------------------|---|----------------------------|
| | | ности используемого метода. | ности используемого метода, но допускает ошибки в расчетах. | ности используемого метода |
|--|--|-----------------------------|---|----------------------------|

Оценка сформированности компетенций по показателю Навыки.

| Критерий | Уровень освоения и оценка | | | |
|--|--|--|--|---|
| | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Владение навыками применения химических и инструментальных методов исследования, а также теоретических законов аналитической химии к решению практических вопросов химической технологии | Не владеет навыками применения химических и инструментальных методов исследования, а также теоретических законов аналитической химии к решению практических вопросов химической технологии | Владеет навыками применения химических и инструментальных методов исследования, а также теоретических законов аналитической химии к решению практических вопросов химической технологии не в полном объеме | Владеет навыками применения химических и инструментальных методов исследования, а также теоретических законов аналитической химии к решению практических вопросов химической технологии, но допускает неточности | Владеет навыками применения химических и инструментальных методов исследования, а также теоретических законов аналитической химии к решению практических вопросов химической технологии в полном объеме |
| Владение методами обработки результатов, приемами поиска необходимых данных с использованием библиотечных и Интернет-ресурсов | Не владеет методами обработки результатов, приемами поиска необходимых данных с использованием библиотечных и Интернет-ресурсов | Владеет методами обработки результатов, приемами поиска необходимых данных с использованием библиотечных и Интернет-ресурсов не в полном объеме | Владеет методами обработки результатов, приемами поиска необходимых данных с использованием библиотечных и Интернет-ресурсов, но допускает неточности | Владеет методами обработки результатов, приемами поиска необходимых данных с использованием библиотечных и Интернет-ресурсов в полном объеме |
| Владение методами работы на современных физико-химических приборах и практическими навыками самостоятельного проведения научного эксперимента. | Не владеет методами работы на основных физико-химических приборах и практическими навыками самостоятельного проведения химического эксперимента | Владеет методами работы на основных физико-химических приборах и практическими навыками самостоятельного проведения химического эксперимента не в полном объеме | Владеет методами работы на основных физико-химических приборах и практическими навыками самостоятельного проведения химического эксперимента, но допускает неточности | Владеет методами работы на основных физико-химических приборах и практическими навыками самостоятельного проведения химического эксперимента в полном объеме |

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Материально-техническое обеспечение

| № | Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы | Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы |
|----|--|--|
| 1. | Учебные аудитории для проведения лекционных занятий, промежуточной аттестации и самостоятельной работы | Специализированная мебель. Мультимедийный проектор, экран, компьютер, ноутбук |
| 2. | Читальный зал библиотеки для самостоя- | Специализированная мебель; компьютер- |

| | | |
|----|--|--|
| | тельной работы | ная техника, подключенная к сети «Интернет», имеющая доступ в электронную информационно-образовательную среду |
| 3. | Учебные лаборатории для проведения лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущей и промежуточной аттестации | <p>Специализированная мебель.</p> <p>водяные и песчаные бани, электроплитки; аналитические весы марок ВЛКТ-500, ВЛП-200, ВЛА-200, электронные химико-аналитические весы ВК-600; сушильные шкафы СНОЛ; муфельная печь; термокамера ЛУ; центрифуга ЦЛМ; дистиллятор АЭ-15.</p> <p>фотоэлектроколориметры КФК-2М, КФК-3М, ФЭК-56М; анализатор «ЭКОТЕСТ-01»; аквадистиллятор АДЭ-15; спектрофотометр; мост переменного тока; потенциометр ИВ-79; ПЭВМ Р-133; центрифуги ЛЗ-418, ЦЛС-31М; шкаф сушильный LF-404; электролизеры лабораторные ЕР-4; весы ВЛКТ-500; иономеры ЭВ-76; иономеры И-500; рН-метры рН-150М; рефрактометр ИРВ-454БМ.</p> <p>Имеются компьютеры и соответствующее программное обеспечение для сопровождения эксперимента и ведения сложных расчетов, а также для экспресс-контроля входных знаний и умений работы с соответствующим оборудованием.</p> |

6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

| № | Перечень лицензионного программного обеспечения. | Реквизиты подтверждающего документа |
|---|---|---|
| 1 | Microsoft Windows 10 Корпоративная | Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023). Договор поставки ПО 0326100004117000038-0003147-01 от 06.10.2017 |
| 2 | Microsoft Office Professional Plus 2016 | Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023 |
| 3 | Kaspersky Endpoint Security «Стандартный Russian Edition» | Сублицензионный договор № 102 от 24.05.2018. Срок действия лицензии до 19.08.2020 Гражданско-правовой Договор (Контракт) № 27782 «Поставка продления права пользования (лицензии) Kaspersky Endpoint Security от 03.06.2020. Срок действия лицензии 19.08.2023г. |
| 4 | Google Chrome | Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения |
| 5 | Mozilla Firefox | Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения |

6.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов

6.3.1. Перечень основной литературы

2. Полуэктова, В. А. Теоретические и экспериментальные методы исследования в химии: учебное пособие / В. А. Полуэктова – Белгород: Изд-во БГТУ, 2013. – 124 с. — Режим доступа: <https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2014040921120977636400001735>.
3. Теоретические и экспериментальные методы исследования в химии: методические указания к выполнению лабораторных работ для студентов очной формы обучения / сост. В.А. Полуэктова – Белгород: Изд-во БГТУ, 2015. – 68 с. — Режим доступа: <https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2015070911493788100000652476>.
4. Полуэктова, В. А. Технический анализ полимеров: учебное пособие / В. А. Полуэктова, В. Д. Мухачева. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2016. – 207 с. — Режим доступа: <https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2016100411252640300000651493>
5. Полуэктова, В. А. Технический анализ полимеров: практикум : учебное пособие / В. А. Полуэктова, В. Д. Мухачева. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2016. – 108 с. — Режим доступа: <https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2016062011013237700000653652>
- 6.

6.3.2. Перечень дополнительной литературы

1. Отто М. Современные методы аналитической химии (в 2-х томах). М: Техносфера, 2003.– 416 с.
2. Пентин Ю.А., Курамшина Г.М. Основы молекулярной спектроскопии. М: Мир, 2008.– 398 с.
3. Вилков Л.В., Пентин Ю.А. Физические методы исследования в химии. Резонансные и электрооптические методы. М: Высш. шк., 1989.
4. Уманский Я.С., Скаков Ю.А., Иванов А.Н., Расторгуев Л.Н. Кристаллография, рентгенография и электронная микроскопия. М.: Металлургия, 1982. – 632 с.

6.4. Перечень интернет ресурсов, профессиональных баз данных, информационно-справочных систем

1. Электронная библиотечная система изд-ва Лань: <http://e.lanbook.com>
2. Электронная библиотека БГТУ им. В.Г. Шухова: <https://elib.bstu.ru/>
3. Электронно-библиотечная система «IPRSMART» <http://www.iprbookshop.ru/>
4. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» <http://biblioclub.ru/>
5. Российский химико-аналитический портал <http://www.anchem.ru/literature/>
6. Портал Химического факультета МГУ <http://www.chem.msu.su/rus>
7. Электронные химические библиотеки <http://djvu-inf.narod.ru/nclib.htm>
8. Российский научный журнал «Успехи химии» <http://www.uspkhim.ru/>