

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО ВГУ)

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой высокомолекулярных
соединений и коллоидной химии



/А.С. Шестаков/

15.06.2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.05 Методы анализа и исследования полимеров

1. Шифр и наименование направления подготовки/специальности:
04.04.01 «Химия»
2. Профиль подготовки/специализации: экспертная химия
3. Квалификация (степень) выпускника: магистр
4. Форма образования: очно-заочная
5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины: высокомолекулярных соединений и коллоидной химии
6. Составители программы: Шестаков Александр Станиславович, д.х.н., доцент
7. Рекомендована: научно-методическим советом химического факультета, протокол № 5 от 24.05.18
8. Учебный год: 2019-2020 Семестр(-ы): 3

9. Цели и задачи учебной дисциплины: дать представление об основных химических, физических и физико-химических методах исследования полимеров, научить студентов использовать изучаемые методы для установления структуры органических соединений, определения состава и свойств полимеров и сополимеров, их физических и физико-химических характеристик.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП: курс входит в число обязательных дисциплин вариативной части. Студент для освоения курса должен быть знаком с основами химии и физики высокомолекулярных соединений, иметь представления о методах анализа, владеть основными химическими, физико-химическими и физическими методами анализа. Студент должен владеть навыками эксперимента, работы на современной научной аппаратуре, методами регистрации и обработки результатов физико-химических экспериментов.

11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников):

Компетенция		Планируемые результаты обучения
Код	Название	
ОК-1	Способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу	Знать: основные понятия и законы химии, формы и методы научного познания, области применения инструментальных методов анализа. Уметь: ставить цели и задачи исследования; выбирать и использовать методы анализа; формулировать выводы по полученным результатам анализа. Владеть: навыками обобщения, анализа и систематизации информации.
ОПК-3	Способность реализовать нормы техники безопасности в лабораторных и технологических условиях	Знать: нормы техники безопасности в лабораторных и технологических условиях Уметь: реализовывать нормы техники безопасности в лабораторных и технологических условиях. Владеть: навыками реализации норм и правил техники безопасности в лабораторных условиях
ПК-3	Готовность использовать современную аппаратуру при проведении научных исследований	Знать: принципы работы современного химического оборудования. Уметь: выполнять градуировку приборов и проводить практические измерения физико-химических величин. Владеть: навыками работы на оборудовании в различных заданных условиях эксперимента, получать зависимости различного характера для исследуемых экспериментально процессов.

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час.(в соответствии с учебным планом) — 3 / 108.

Форма промежуточной аттестации(зачет/экзамен) зачет с оценкой.

13. Виды учебной работы

Вид учебной работы	Трудоемкость			
	Всего	По семестрам		
		2 семестр	3 семестр	...
Аудиторные занятия	36		36	
в том числе: лекции	18		18	

практические	18		18	
лабораторные	-		-	
Самостоятельная работа	72		72	
Форма промежуточной аттестации (зачет – 0 час. / экзамен – ___ час.)	зачет – 0 час		зачет – 0 час	
Итого:	108		108	

13.1. Содержание дисциплины

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
1. Лекции		
1.1	Введение. Обзор методов исследования полимеров. Метрологические характеристики анализа	Введение. Обзор методов исследования полимеров. Метрологические характеристики анализа
1.2	Химические методы анализа	Качественный элементный анализ. Методы разложения и идентификации. Количественный элементный анализ (углерод, водород, кислород, азот, автоматические анализаторы). Количественный элементный анализ (сера, галогены, фтор, фосфор, кремний, бор). Функциональный анализ (карбокислые, амино-, гидроксильные, сложноэфирные, эпоксидные группы). Функциональный анализ (изоцианатные, метоксильные группы, двойные связи, следы влаги).
1.3	Физические методы анализа	Рентгеновские методы анализа (рентгеноструктурный анализ, рентгенофлуоресцентный анализ). УФ- и ИК-спектроскопия, приборы, качественный и количественный анализ. Масс-спектрометрия, хромато-масс-спектрометрия. ЯМР, принципы метода, устройство ЯМР-спектрометра. ЯМР, химический сдвиг, интерпретация спектров
1.4	Термические методы анализа	Термомеханический метод, термогравиметрия, дериватография. Дифференциальный термический анализ, дифференциальная сканирующая калориметрия.
1.5	Хроматографические методы анализа	Пиролитическая газовая хроматография, обращенная газовая хроматография. Гель-проникающая хроматография, гидродинамическая хроматография
2. Практические занятия		
2.1	Химические методы анализа	Анализ винилацетата по двойным связям, определение содержания акрилонитрила, анализ инициаторов радикальной полимеризации, определение содержания винилбутилового эфира
2.2	Физические методы анализа	Определение содержания стабилизатора полимерного материала 4010 NA спектрофотометрическим методом. Определение констант сополимеризации с использованием виртуального спектрофотометра.
2.3	Термические методы анализа	Построение термомеханических кривых полистирола и поливинилхлорида с использованием виртуальных термомеханических весов Каргина
2.4	Хроматографические методы анализа	Определение молекулярно-массовых характеристик полистирола с использованием виртуального жидкостного хроматографа.

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (часов)				Всего
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	
1	Введение. Обзор методов исследования полимеров. Метрологические характеристики анализа	2	-	-	2	4

2	Химические методы анализа	4	6	-	20	30
3	Физические методы анализа	4	4	-	24	32
4	Термические методы анализа	4	4	-	10	18
5	Хроматографические методы анализа	4	4	-	16	24
	Итого:	18	18	-	72	108

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины
(рекомендации обучающимся по освоению дисциплины: работа с конспектами лекций, презентационным материалом, выполнение практических заданий, тестов, заданий текущей аттестации и т.д.)

Организация изучения дисциплины предполагает:

- изучение основных и дополнительных литературных источников;
- решение практических задач;
- выполнение контрольных работ;
- тестирование;
- текущий контроль успеваемости в форме устного опроса по основным разделам дисциплины

15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины (список литературы оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ и используется общая сквозная нумерация для всех видов источников)

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Поверхностно-активные вещества и полимеры в водных растворах / К. Холмберг [и др.] ; пер. с англ. Г.П. Ямпольской под ред. Б.Д. Сумма .— М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007 .— 528 с.
2	Аскадский А.А. Введение в физико-химию полимеров / А.А. Аскадский, А.Р. Хохлов .— М. : Научный мир, 2009 .— 380 с.
3	Задачи по спектральным методам анализа : уч.-метод. пособие / сост. А.С.Шестаков. – Воронеж, 2006. – 18 с.
4	Тагер А.А. Физико-химия полимеров : [учебное пособие] / А.А. Тагер ; под ред. А.А. Аскадского .— Изд. 4-е, перераб. и доп. — М. : Науч. мир, 2007 .— 575 с.,
5	Заикин В.Г. Масс-спектрометрия синтетических полимеров / В.Г.Заикин. М. : ВМСО. 2009. – 332 с.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
6	Пентин Ю.А. Физические методы исследования в химии / Ю.А.Пентин, Л.В.Вилков. - М. : Мир, 2003. - 683 с.
7	Методы химического анализа полимеров и мономеров : метод. пособие / сост. А.С.Шестаков. – Воронеж, 2002. – 41 с.
8	Физические методы исследования полимеров : метод. пособие / сост. А.С.Шестаков. – Воронеж, 2003. – 88 с.
9	Лебедев А.Т. Масс-спектрометрия в органической химии / А.Т.Лебедев. - М. : БИНОМ : Лаб. знаний, 2003. – 493 с.
10	Рабек Я. Экспериментальные методы в химии полимеров / Я.Рабек. - М. : Мир, 1983. - Ч.1. - 384 с.; -Ч.2. - 480 с.
11	Методы количественного органического элементного микроанализа / Н.Э.Гельман [и др.]. - М. : Химия, 1987. - 296 с.
12	Калинина Л.С. Качественный анализ полимеров / Л.С.Калинина. М. : Химия, 1975. - 245 с.
13	Сазанов Ю.Н. Термический анализ органических соединений / Ю.Н.Сазанов. - Л. : Наука, 1991. - 144 с.
14	Браун Д. Спектроскопия органических веществ / Д.Браун, А.Флойд, М.Сейнзбери. - М. :

	Мир, 1992. - 300 с.
15	Практикум по химии и физике полимеров / под ред. В.Ф.Куренкова. - М. : Химия, 1995. - 256 с.
16	Берштейн В.А. Дифференциальная сканирующая калориметрия в физикохимии полимеров / В.А.Берштейн, В.М.Егоров. - Л. : Химия, 1990. - 256 с.
17	Миронов В.А. Спектроскопия в органической химии / В.А.Миронов, С.А.Янковский. - М. : Химия, 1985. - 232 с.
18	Купцов А.Х. Фурье-спектры комбинационного рассеяния и инфракрасного поглощения полимеров: справочник / А.Х.Купцов, Г.Н.Жижин. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2001. - 656 с.
19	Хмельницкий Р.А. Пиролитическая масс-спектрометрия высокомолекулярных соединений / Р.А.Хмельницкий, И.М.Лукашенко, Е.С.Бродский. - М. : Химия, 1980. - 280 с.
20	Современные физические методы исследования полимеров / под ред. Г.Л.Слонимского. - М. : Химия, 1982. - 256 с.
21	Торопцева А.М. Лабораторный практикум по химии и технологии высокомолекулярных соединений / А.М.Торопцева, К.В.Белгородская, В.М.Бондаренко. - Л. : Химия, 1972. - 416 с.
22	Руководство к практическим работам по химии полимеров / под ред. Иванова В.С. - Л. : Изд-во ЛГУ, 1982. - 176 с.
23	Мазор Л. Методы органического анализа / Л.Мазор. М. : Мир, 1986. - 584 с.
24	Захаров Л.Н. Техника безопасности в химических лабораториях / Л.Н.Захаров. - Л. : Химия, 1991. - 336 с.
25	Процессы полимеризации и физико-химические методы исследования / Киев, 1987. - с. 131
26	Баранова В.Г. Методы анализа в производстве мономеров / В.Г.Баранова, А.Г.Панков, Н.К.Логинова. - Л. : Химия, 1975. - 213 с.
27	Практикум по высокомолекулярным соединениям / под ред. В.А.Кабанова. - М., 1985. 224 с.
28	Аверко-Антонович И.Ю. Методы исследования структуры и свойств полимеров. Учебное пособие / Аверко-Антонович И.Ю., Бикмуллин Р.Т. - Казань.: Изд-во КГТУ, 2002. - 604 с.
29	Основы масс-спектрометрии органических соединений / В.Г.Заикин [и др.]. - М. : Наука, 2001. - 286 с.

в) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:

№ п/п	Источник
14	https://www.lib.vsu.ru — Зональная научная библиотека ВГУ.
15	http://www.en.edu.ru/ - Естественно-научный образовательный портал - является составной частью федерального портала "Российское образование". Содержит ресурсы и ссылки на ресурсы по естественно-научным дисциплинам (физика, химия и биология).
16	http://window.edu.ru/ - информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам».
17	http://www.elibrary.ru – Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU - крупнейший российский информационный портал в области науки, технологии, медицины и образования, содержащий рефераты и полные тексты более 12 млн. научных статей и публикаций. На платформе eLIBRARY.RU доступны электронные версии более 1400 российских научно-технических журналов, в том числе более 500 журналов в открытом доступе.
18	http://www.chem.msu.ru/rus/ - Chemnet - официальное электронное издание Химического факультета МГУ в Internet

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы (учебно-методические рекомендации, пособия, задачки, методические указания по выполнению практических (контрольных) работ и др.)

№ п/п	Источник
1	Высокомолекулярные соединения [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие для вузов : [для студ. 4 к. очной и 5 к. очно-заочной форм обучения хим. фак. направлений: 04.03.01 - Химия; 04.03.02 - Химия, физика и механика материалов; специальности 04.05.01 - Фундаментальная и прикладная химия] / Воронеж. гос. ун-т ; [сост.: А.С. Шестаков и др.] .— Электрон. текстовые дан. — Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2015 .— Загл. с титула экрана .— Свободный доступ из интрасети ВГУ .— Текстовый файл .— Windows 2000 ; Adobe Acrobat Reader .— <URL: http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m15-

	235.pdf >.
2	Задачи по спектральным методам анализа : учебно-методическое пособие / Воронеж. гос. ун-т; сост. А.С. Шестаков .— Воронеж : ЛОП ВГУ, 2006 .— 19 с. : ил. — Библиогр.: с. 17 .— <URL: http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/sep06102.pdf >.

17. Информационные технологии, используемые для реализации учебной дисциплины, включая программное обеспечение и информационно-справочные системы (при необходимости)

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

(при использовании лабораторного оборудования указывать полный перечень, при большом количестве оборудования можно вынести данный раздел в приложение к рабочей программе)

Ноутбук, проектор, экран.

19. Фонд оценочных средств:

19.1. Перечень компетенций с указанием этапов формирования и планируемых результатов обучения

Код и содержание компетенции (или ее части)	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенции посредством формирования знаний, умений, навыков)	Этапы формирования компетенции (разделы (темы) дисциплины или модуля и их наименование)	ФОС* (средства оценивания)
ОК-1	Знать: основные понятия и законы химии, формы и методы научного познания, области применения инструментальных методов анализа. Уметь: ставить цели и задачи исследования; выбирать и использовать методы анализа; формулировать выводы по полученным результатам анализа. Владеть: навыками обобщения, анализа и систематизации информации.	Раздел 1-5	Коллоквиум
ОПК-3	Знать: нормы техники безопасности в лабораторных и технологических условиях Уметь: реализовывать нормы техники безопасности в лабораторных и технологических условиях. Владеть: навыками реализации норм и правил техники безопасности в лабораторных условиях	Раздел 1-5	Коллоквиум
ПК-3	Знать: принципы работы современного химического оборудования. Уметь: выполнять градуировку приборов и проводить практические измерения физико-химических величин. Владеть: навыками работы на оборудовании в различных заданных условиях эксперимента, получать зависимости различного характера для исследуемых экспериментально процессов.	Раздел 1-5	Коллоквиум
Промежуточная аттестация			КИМ

* В графе «ФОС» в обязательном порядке перечисляются оценочные средства текущей и промежуточной аттестаций.

19.2 Описание критериев и шкалы оценивания компетенций (результатов обучения) при промежуточной аттестации

Для оценивания результатов обучения на зачете используются следующие показатели (ЗУНы из 19.1):

- 1) знание теоретических и методологических основ дисциплины;
- 2) знание особенностей и основных проблем анализа полимерных материалов;
- 3) знание направления развития методов анализа и определения физико-химических параметров высокомолекулярных соединений;
- 4) умение использовать знания в области традиционных и новых разделов химии для исследования процессов, протекающих в сложных системах, и контроля состава и свойств полимерных материалов;
- 5) владение навыками научного исследования процессов и явлений, протекающих в сложных системах и практического применения физико-химических методов к анализу и исследованию полимеров.

Для оценивания результатов обучения на зачете с оценкой используется – отлично, хорошо, удовлетворительно, неудовлетворительно. Соотношение показателей, критериев и шкалы оценивания результатов обучения.

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
Студентом полностью отработан практикум, он правильно и полно описывает химические, спектральные и физико-химические методы анализа, умеет соотнести со структурой УФ-, ИК-, ПМР и масс-спектры, отвечает на дополнительные вопросы	Повышенный уровень	отлично
Студентом полностью отработан практикум, он правильно описывает два из трёх рассматриваемых метода (химические, спектральные, физико-химические методы) или имеет представление о всех рассматриваемых методах, отвечает на некоторые из дополнительных вопросов	Базовый уровень	хорошо
Студентом полностью отработан практикум, он правильно описывает один из трёх рассматриваемых метода (химические, спектральные, физико-химические методы) или имеет представление о двух из рассматриваемых методах, отвечает на некоторые из дополнительных вопросов	Пороговый уровень	удовлетворительно
Студентом не отработан практикум, он не может подробно осветить ни один из предлагаемых вопросов, имеет представление только об одном из рассматриваемых методов, не отвечает на дополнительные вопросы	–	неудовлетворительно

19.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

19.3.1 Перечень вопросов к экзамену (зачету):

Метрологические характеристики методов анализа (точность, правильность, воспроизводимость, сходимість).

Количественный элементный анализ полимеров. Определение С, Н, О, N (по Дюма). Автоматические анализаторы.

Количественный элементный анализ полимеров. Определение N (по Кьельдалю), S, Si, В.

Количественный элементный анализ полимеров. Определение Cl, Br, F, P.

Количественный функциональный анализ полимеров (-COOH, -OH).

Количественный функциональный анализ полимеров (сложноэфирные, эпоксидные, изоцианатные группы).

Количественный функциональный анализ полимеров (R-O-R, C=C, следы влаги).

Характеристика спектральных методов анализа (длина волны, энергия электромагнитного излучения, источники, детекторы).

УФ-спектроскопия: принципы метода, устройство спектрометра.

УФ-спектроскопия: качественный и количественный анализ полимеров.

ИК-спектроскопия: принципы метода, устройство спектрометра, Фурье-спектроскопия.

ИК-спектроскопия: качественный и количественный анализ полимеров.

Спектроскопия ЯМР: принципы метода, устройство ЯМР-спектрометра.

Спектроскопия ЯМР: химические сдвиги, спин-спиновое взаимодействие.

Спектроскопия ЯМР: качественный и количественный анализ мономеров и полимеров.

Масс-спектрометрия: принципы метода, устройство масс-спектрометра.

Масс-спектрометрия: качественный и количественный анализ мономеров и полимеров.

Рентгенофлуоресцентный анализ.

Рентгеноструктурный анализ.

Термомеханический анализ (ТМА).

Термогравиметрия (ТГА), дериватография (ДТГ).

Дифференциальный термический анализ (ДТА).

Дифференциальная сканирующая калориметрия (ДСК).

Пиролитическая газовая хроматография.

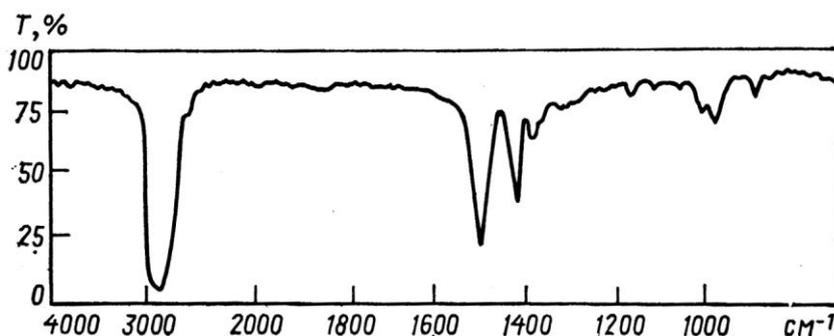
Обращенная газовая хроматография.

Гель-проникающая (эксклюзионная) хроматография: калибровка системы и расчет M_w и M_n .

Гель-проникающая (эксклюзионная) хроматография: принципы метода, устройство прибора. Гидродинамическая хроматография. Фракционирование течением под влиянием поля.

19.3.2 Тестовые задания (пример)

1. В результате гидрирования равновесной смеси метилциклопентадиенов была получена сложная смесь продуктов, содержащая исходный диен, метилциклопентены и метилциклопентан; смесь была разделена фракционированием на ректификационной колонке. На рисунке приведен ИК-спектр одной из фракций. Определите, какое вещество составляет данную фракцию?



2. Углеводород состава C_4H_6 в ИК-спектре имеет интенсивные полосы поглощения при 3305 и 2125 cm^{-1} . Определите строение вещества.

3. Углеводород C_6H_{12} имеет полосы поглощения при 3045 и 1650 cm^{-1} в ИК-спектре. В результате озонлиза исходного соединения образуются альдегид и кетон с одинаковым числом атомов углерода в молекуле. Напишите структурную формулу углеводорода C_6H_{12} .

19.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Оценка знаний, умений и навыков, характеризующая этапы формирования компетенций в рамках изучения дисциплины осуществляется в ходе текущей и промежуточной аттестаций.

Текущая аттестация проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета. Текущая аттестация проводится в форме устного опроса и тестирования. Критерии оценивания приведены выше.

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования.

Контрольно-измерительные материалы промежуточной аттестации включают в себя теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень полученных знаний.

При оценивании используются количественные шкалы оценок. Критерии оценивания приведены выше.