

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ЛУГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ЛГПУ»)

Институт естественных наук
Кафедра химии и биохимии

УТВЕРЖДАЮ
Директор Института
естественных наук

 С.Ю. Гаврик
«14» января 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Методы анализа новых веществ

По направлению подготовки 04.04.01 Химия

Квалификация выпускника – магистр

Форма обучения – очная

Курс 2 (4 семестр)

Луганск, 2022 г.

Рабочая программа учебной дисциплины является частью основной профессиональной образовательной программы для подготовки магистров по направлению подготовки 04.04.01 «Химия» очной формы обучения.

Рабочая программа учебной дисциплины разработана в соответствии с ФГОС ВО – магистратура по направлению подготовки 04.04.01 Химия, утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 13 июля 2017 г. № 655 (с изменениями и дополнениями), Профессиональным стандартом, утвержденным Приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации «Об утверждении профессионального стандарта» от 18 октября 2013 г. № 544н (с изменениями и дополнениями) и Профессиональным стандартом, утвержденным Приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации «Об утверждении профессионального стандарта» от 4 марта 2014 г. № 121н (с изменениями и дополнениями).

СОСТАВИТЕЛЬ:

Профессор кафедры химии и биохимии ФГБОУ ВО «ЛГПУ», доктор химических наук, профессор Дяченко Владимир Данилович.

Утверждена на заседании кафедры химии и биохимии
Протокол от «10» января 2015 г., № 6
Заведующий кафедрой

 В.Д. Дяченко

Одобрена на заседании учебно-методической комиссии Института естественных наук
Протокол от «13» января 2015 г., № 6
Председатель учебно-методической комиссии
Института естественных наук

 С.Н. Несторенко

СОГЛАСОВАНО:

Директор Департамента образования

 В.В. Савенков

1. Цели и задачи учебной дисциплины

Целью освоения дисциплины «Методы анализа новых веществ» является приобретение магистрантами знаний теоретических основ и практических навыков физико-химических методов исследования новых веществ для решения профессиональных задач научно-исследовательской работы.

Задачи: формирование представлений об инструментальных методах химического анализа; формирование глубоких и устойчивых знаний теоретических основ важнейших современных физико-химических методов анализа, применяемых в анализе новых веществ; формирование навыков экспериментальной работы по комплексному использованию современных инструментальных физико-химических методов исследования для получения достоверных научных результатов при решении задач магистерского исследования.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП.

Учебная дисциплина «Методы анализа новых веществ» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, блок 1 дисциплины (Б1.В.03) подготовки магистров по направлению подготовки 04.04.01 Химия.

Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются знания и умения, приобретенные обучающимися в результате освоения дисциплин: неорганическая химия, физическая химия, органическая химия, физика, информатика. Освоение данной дисциплины является основой для подготовки магистерской диссертации.

Содержание дисциплины является логическим продолжением содержания дисциплин «Неорганическая химия», «Аналитическая химия», «Органическая химия», «Физическая химия» и служит основой для выполнения выпускной квалификационной работы.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Код по ФГОС ВО	Индикатор достижения	Результаты обучения по дисциплине
Общепрофессиональные		
ОПК-1. Способен выполнять комплексные экспериментальные и расчетно-теоретические исследования в избранной области химии или смежных наук с использованием	ОПК-1.1. Использует существующие и разрабатывает новые методики получения и характеристики веществ и материалов для решения задач в избранной области химии или смежных наук	Знает: основные понятия и определения в области физико-химических методов анализа; основы современных инструментальных физико-химических методов анализа; возможности инструментальных физико-

<p>современных приборов, программного обеспечения и баз данных профессионального назначения</p>	<p>ОПК-1.2. Использует современное оборудование, программное обеспечение и профессиональные базы данных для решения задач в избранной области химии или смежных наук</p> <p>ОПК-1.3. Использует современные расчетно-теоретические методы химии для решения профессиональных задач</p>	<p>химических методов анализа при исследовании состава новых веществ.</p> <p>Умеет: разрабатывать методики исследования выбранного объекта с использованием физико-химических методов изучения; проводить исследования с использованием современного инструментария для получения достоверных научных результатов; интерпретировать, анализировать и обрабатывать совокупность полученных данных.</p> <p>Владеет навыками: пользования современными физико-химическими методами исследования состава и структуры новых веществ; и приемами работы со спектральным и хроматографическим оборудованием для решения проблем магистерского исследования, интерпретации и обработки полученных данных.</p>
<p>ОПК-2. Способен анализировать, интерпретировать и обобщать результаты экспериментальных и расчетно-теоретических работ в избранной области химии или смежных наук</p>	<p>ОПК-2.1. Проводит критический анализ результатов собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ, корректно интерпретирует их</p> <p>ОПК-2.2. Формулирует заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ в избранной области химии или смежных наук</p>	<p>Знает: как проводить критический анализ результатов собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ, корректно интерпретирует их.</p> <p>Умеет: выводить и анализировать соответствующие соотношения, использовать их при решении задач и выполнении лабораторных работ.</p> <p>Владеет навыками: формулировки заключения и выводов по результатам</p>

		анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ в избранной области химии или смежных наук.
--	--	--

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов (зач. ед.)	
	Очная форма	Очно-заочная форма / Заочная форма
Общая учебная нагрузка (всего)	144 (4 зач. ед)	-
Обязательная аудиторная нагрузка (всего часов) в том числе:	58	-
Лекции	20	-
Семинарские занятия	-	-
Практические занятия	-	-
Лабораторные работы	28	-
Курсовая работа / курсовой проект	-	-
Другие формы организации учебного процесса (контрольные работы, индивидуальные занятия, консультации и др.)	-	-
Самостоятельная работа студента (всего часов)	96	-
Форма аттестации	Экзамен (4 семестр)	-

4.2. Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Введение

Тема 1. Общая характеристика физико-химических методов исследований. Физико-химические методы анализа: особенности, достоинства и недостатки. Классификация методов: оптические, спектральные, электрохимические, хроматографические. Области практического применения физико-химических методов анализа. Чувствительность, воспроизводимость и селективность инструментальных методов анализа. Методы определения концентрации в инструментальном анализе: метод калибровочного графика, метод сравнения, метод добавок

Раздел 2. Оптические методы анализа

Тема 2. Основы спектральных методов анализа. Общая характеристика и

классификация спектральных методов анализа. Атомные и молекулярные спектры, их происхождение, вид и основные характеристики. Основной закон светопоглощения, оптическая плотность, пропускание, молярный коэффициент светопоглощения. Аддитивность светопоглощения. Условия соблюдения закона Бугера-Ламберта-Бера. Приборы для спектрофотометрии. Анализ в видимой, ультрафиолетовой и инфракрасной области.

Тема 3. Методы атомной и молекулярной спектроскопии. Атомно-эмиссионный анализ. Теоретические основы метода. Качественный и количественный эмиссионный спектральный анализ.

Спектральный анализ в инфракрасной области спектра. Классификация методов абсорбционной спектроскопии. Происхождение абсорбционных спектров. Виды молекулярных спектров. Качественный анализ по ИК-спектрам. Особое значение инфракрасной спектроскопии для анализа органических веществ. Определение концентрации веществ методами калибровочного графика, стандартных растворов, добавок. Приборы и техника выполнения анализов в различных случаях. Чувствительность спектрофотометрических методов.

Тема 4. УФ-спектроскопия. Методы количественного анализа в видимой и ультрафиолетовой области: метод градуировочного графика, метод добавок, метод сравнения со стандартом. Приборы для абсорбционной спектроскопии.

Метод рефрактометрии. Показатель преломления, его зависимость от химического строения, длины волны падающего света, температуры, плотности, концентрации. Преломление света на границе раздела двух сред. Поляризация вещества под действием света, поляризуемость атомов и молекул. Понятие о рефракции. Удельная и молярная рефракции. Аддитивность рефракции.

Тема 5. Масс-спектрометрия. Принципы масс-спектрометрии. Блок-схема масс-спектрометра. Отношение массы к заряду. Масс-спектр. Молекулярные предшественники. Стабильные и метастабильные ионы. Фрагментация. Методы ионизации: электронный удар, фотоионизация, химическая ионизация. Ионный ток и сечение ионизации. Разрешающая сила масс-спектрометра. Времяпролетный масс-спектрометр. Квадрупольный масс-спектрометр. Спектрометр ион-циклотронного резонанса. Применение масс-спектрометрии. Идентификация вещества. Корреляция между молекулярной структурой и масс-спектрами.

Тема 6. Методы резонансной магнитной спектроскопии. ЯМР-спектроскопия. Физические основы явления ядерного магнитного резонанса. Условие ядерного магнитного резонанса. Химический сдвиг и спин-спиновое расщепление в спектрах ЯМР. Относительный химический сдвиг, его определение и использование в химии. Применение спектров ЯМР в химии. Техника и методика эксперимента. Структурный анализ. Химическая поляризация ядер. Блок-схема спектрометра ЯМР, типы спектрометров.

ЭПР-спектроскопия. Принципы спектроскопии электронного парамагнитного (спинового) резонанса. Условие ЭПР. Приложение метода ЭПР в химии. Изучение механизмов химических реакций. Химическая поляризация электронов. Определение свободных радикалов и других парамагнитных центров. Использование спиновых меток. Блок-схема спектрометра ЭПР, особенности эксперимента, достоинства и ограничения метода.

Тема 7. Рентгеновские методы исследования. Природа рентгеновских спектров. Взаимосвязь рентгеновских спектров поглощения и характеристических спектров испускания. Классификация рентгеновских методов анализа. Анализ по первичному рентгеновскому излучению (рентгеноэмиссионный). Анализ по вторичному рентгеновскому излучению (рентгенофлуоресцентный). Рентгеноабсорбционный анализ. Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия (электронная спектроскопия для химического анализа — ЭСХА). Люминесцентный анализ. Понятие о люминесценции. Виды люминесценции: фотолюминесценция, катодолюминесценция, хемилюминесценция, флуоресценция. Аппаратура. Применение, качественный и количественный анализ.

Раздел 3. Хроматографический анализ

Тема 8. Понятие о хроматографическом анализе. Хроматографические методы анализа, их физическая сущность. Классификация хроматографических методов анализа по агрегатному состоянию фаз, по механизму разделения, по аппаратному оформлению, по способу проведения процесса. Области применения хроматографических методов. Хроматография как метод разделения и анализа сложных смесей веществ. Хроматографические методы: чувствительность, точность, достоинства и недостатки.

Тема 9. Особенности методов хроматографии, их применение в анализе. Характеристика метода, неподвижная фаза, элюент, разделяемая смесь. Механизм процесса разделения. Хроматография распределительная, осадочная, ионообменная. Хроматография колоночная, тонкослойная, бумажная. Техника выполнения, чтение хроматограммы. Аналитическое применение.

Тема 10. Методы разделения смесей газов и жидкостей. Основные принципы составления смеси растворителей в хроматографии. Молекулярная адсорбционная хроматография. Распределительная жидкостная хроматография.

Тема 11. Газовая и газожидкостная хроматография: классификация методов. Адсорбенты, носители и жидкая фаза в газовой хроматографии. Требования к подвижной и неподвижной фазам в хроматографии. Детекторы, их классификация. Качественный и количественный анализ в хроматографии. Достоинства и недостатки газовой адсорбционной хроматографии. Принципиальная схема хроматографа, техника выполнения анализа. Особенности капиллярной хроматографии. Влияние температуры на хроматографический процесс. Чтение хроматограмм. Хроматографический пик.

Тема 12. Метод хроматомасс-спектрометрии. Принцип работы и устройство хроматомасс-спектрометра. Способы ионизации. Квадрупольный масс-ионизатор. Возможности метода.

Тема 13. Жидкостная хроматография. Принцип метода. Сущность обращенно-фазовой и нормально-фазовой хроматографии. Неподвижные фазы и элюенты, требования к ним. Аппаратура метода (колонки, насосы, инжекторы, термостаты). Детекторы в жидкостной хроматографии (УФ, диодно-матричный, флюоресцентный, рефрактометр, электрохимические, масс-спектрометрический). Влияние типа неподвижной фазы, состава подвижной фазы, ско-рости элюента, температуры на параметры удерживания и разрешающую способность. Аналитические характеристики современной высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ).

4.3. Лекции

№ п/п	Наименование темы	Объем часов	
		Очная форма	Очно-заочная форма / заочная форма
1	Введение. Общая характеристика физико-химических методов исследований. Основы спектральных методов анализа. Методы атомной и молекулярной спектроскопии.	4	-
2	Качественный анализ по ИК-спектрам. УФ-спектроскопия. Масс-спектрометрия.	4	-
3	Методы резонансной магнитной спектроскопии. ЯМР-спектроскопия. ЭПР-спектроскопия.	4	-
4	Рентгеновские методы исследования. Хроматографический анализ.	4	-
5	Метод хроматомасс-спектрометрии. Жидкостная хроматография.	4	-
Итого:		20	-

4.4. Практические (семинарские) занятия не предусмотрены учебным планом.

4.5. Лабораторные работы

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Очно-заочная форма / заочная форма
1	Введение. Общая характеристика физико-химических методов исследований. Основы спектральных	2	-

	методов анализа.		
2	Методы атомной и молекулярной спектроскопии.	2	-
3	Качественный анализ по ИК-спектрам.	2	-
4	УФ-спектроскопия.	2	-
5	Масс-спектрометрия. Принципы масс-спектрометрии.	4	-
6	Методы резонансной магнитной спектроскопии. ЯМР-спектроскопия	4	-
7	Рентгеновские методы исследования.	2	-
8	Хроматографический анализ. Понятие о хроматографическом анализе.	2	-
9	Особенности методов хроматографии, их применение в анализе.	2	-
10	Методы разделения смесей газов и жидкостей.	2	-
11	Газовая и газожидкостная хроматография. Метод хроматомасс-спектрометрии.	4	-
Итого:		28	-

4.6. Самостоятельная работа студентов

№ п/п	Название темы	Вид СРС	Объем часов	
			Очная форма	Очно-заочная форма / заочная форма
1	Введение. Общая характеристика физико-химических методов исследований.	написание конспекта, решение упражнений	6	-
2	Основы спектральных методов анализа.	решение задач, оформление журнала	6	-
3	Методы атомной и молекулярной спектроскопии.	написание конспекта, решение упражнений, оформление журнала	8	-
4	Качественный анализ по ИК-спектрам.	решение задач, оформление журнала	6	-
5	УФ-спектроскопия.	решение задач, оформление журнала, реферат	6	-
6	Масс-спектрометрия. Принципы масс-	решение упражнений	8	-

	спектрометрии.			
7	Методы резонансной магнитной спектроскопии. ЯМР-спектроскопия	решение задач, оформление журнала	8	-
8	ЭПР-спектроскопия.	решение задач, оформление журнала	6	-
9	Рентгеновские методы исследования.	решение задач, оформление журнала	6	-
10	Хроматографический анализ.	решение задач, оформление журнала	6	-
11	Особенности методов хроматографии, их применение в анализе.	оформление журнала	6	-
12	Методы разделения смесей газов и жидкостей.	оформление журнала	6	-
13	Газовая и газожидкостная хроматография	оформление журнала	6	-
14	Метод хроматомасс-спектрометрии.	оформление журнала	6	-
15	Жидкостная хроматография.	оформление журнала	6	-
Итого:			96	-

4.7. Курсовая работа / курсовой проект не предусмотрены учебным планом.

5. Методическое обеспечение, образовательные технологии

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

Информационные технологии: электронные учебники.

Работа в команде: совместная работа магистрантов в группе при выполнении лабораторных работ, выполнении групповых домашних заданий.

6. Формы контроля освоения дисциплины.

Текущая аттестация магистрантов производится в дискретные временные интервалы лектором и преподавателем, ведущим лабораторные работы по дисциплине в следующих формах: тестирование; письменные домашние задания; контрольные работы; выполнение лабораторных работ; защита лабораторных работ.

Итоговый контроль по результатам освоения дисциплины проходит в форме письменного экзамена (4 семестр) (включает в себя ответы на теоретические вопросы).

Система оценивания учебных достижений студентов, оценочные средства представлены в фонде оценочных средств к рабочей программе учебной дисциплине (приложении).

7. Учебно-методическое и программно-информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Аналитическая химия и физико-химические методы анализ : в 2 т. : [учебник для вузов]. – М.: Академия, 2010. – Т. 1 / Ю. М. Глубоков [и др.] ; под ред. А. А. Ищенко. – 351 с.
2. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа : в 2 т. : [учебник для вузов]. – М.: Академия, 2010. – Т. 2 / Н. В. Алов [и др.]; под ред. А. А. Ищенко. – 411 с.
3. Серов Ю.М. Хроматографические методы анализа : учебное пособие / Серов Ю.М., Конюхов В.Ю., Крюков А.Ю.. — Москва : Российский университет дружбы народов, 2011. — 220 с. — ISBN 978-5-209-03574-9. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/11544.html>
4. Сильверстейн, Р. Спектрометрическая идентификация органических соединений: пер. с англ. / Р. Сильверстейн, Ф. Вебстер, Д. Кимл. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. – 558 с.
5. Физико-химические методы анализа. Методы анализа биологически активных веществ и полимеров : учебно-методическое пособие / Е. С. Жаворонок, Н. В. Карпов, П. Ю. Деменюк, С. А. Кедик. — Москва : РТУ МИРЭА, 2020. — 121 с. — ISBN 978-5-7339-1549-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/163896>

б) дополнительная литература:

1. Браун, Д. Спектроскопия органических веществ: пер. с англ. / Д. Браун, А. Флloyd, М. Сейнзбери. – М.: Мир, 1992. – 300 с.
2. Вигдергауз, М. С. Газовая хроматография как метод исследования нефти / М. С. Ви-гдергауз. – М.: Наука, 1973. – 255с.
3. Казицына, Л. А. Применение УФ-, ИК- и ЯМР-спектроскопии в органической химии: учеб. пособие для вузов / Л. А. Казицына, Н. Б. Куплетская. – М.: Высшая школа, 1971. - 263с.

4. Смит, А. Прикладная ИК-спектроскопия: пер. с англ. / А. Смит. – М.: Мир, 1982. – 327с.
5. Полякова, А.А. Масс-спектрометрия в органической химии /А. А. Полякова, Р. А. Хмельницкий. – Л., Химия. – 1972. – 366с.
6. Сычев, С. Н. Высокоэффективная жидкостная хроматография: аналитика, физическая химия, распознавание многокомпонентных систем: учеб. пособие / С.Н. Сычев, В.А. Гаврилина. – СПб.; М.; Краснодар: Лань, 2013. – 255 с.

в) Интернет-ресурсы:

1. Научная электронная библиотека, система РИНЦ <http://elibrary.ru>
2. Электронный каталог ТНЦ СО РАН www.library.tsc.ru/opac/
3. Научная библиотека НИ ТГУ www.lib.tsu.ru
4. Научно-техническая библиотека НИ ТПУ www.lib.tpu.ru
5. Научная библиотека СГМУ <http://medlib.tomsk.ru>
6. ГПНТБ СО РАН www.spsl.nsc.ru
7. Новосибирское отделение ГПНТБ СО РАН. Поиск зарубежной периодики <http://www.prometeus.nsc.ru/woda/>
8. Библиотека естественных наук БЕН РАН www.benran.ru

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Лекционные занятия: конспекты лекций, комплект таблиц и схем, набор моделей атомов для моделирования молекул.

Лабораторные работы: лаборатория 463 (органического и неорганического синтеза), оснащенная вытяжным шкафом, центрифугой, сушильным шкафом, весами, мешалкой магнитной, весами электронными, лабораторной химической посудой.

9. Лист дополнений и изменений

[illegible]