


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ С.А. ЕСЕНИНА»

Утверждаю:
декан естественно-
географического факультета


С.В. Жеглов
«30» августа 2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Методы исследования строения органических соединений

Уровень основной профессиональной образовательной программы
Магистратура

Направление подготовки 04.04.01 Химия

Направленность (профиль) подготовки Органическая химия

Форма обучения очная

Сроки освоения ОПОП нормативный, 2 года

Факультет естественно-географический

Кафедра химии

Рязань, 2018

ВВОДНАЯ ЧАСТЬ

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

2.

Формирование знаний и умений в области физико-химических методов исследования органических соединений; освоение методики установления структуры и состава органических соединений; изучение современных инструментальных методов анализа.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВУЗА

2.1. Учебная дисциплина Методы исследования строения органических соединений относится к вариативной части Блока 1.

2.2. Для изучения данной учебной дисциплины необходимы следующие предшествующие дисциплины:

- Органическая химия направления подготовки 04.03.01 Химия
- Методы и реагенты органического синтеза

2.3. Перечень последующих учебных дисциплин, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной:

- Научно-исследовательская работа
- Подготовка и защита ВКР

2.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у профессиональных (ПК) компетенций:

№ п/п	Номер/индекс компетенции	Содержание компетенции (или ее части)	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
			Знать	Уметь	Владеть (навыками)
1	2	3	4	5	6
1.	ПК-2	владение теорией и навыками практической работы в избранной области химии	Основы методов ультрафиолетовой, инфракрасной спектроскопии, спектроскопии ядерного магнитного резонанса и масс-спектрометрии; хроматографии.	проводить обработку результатов исследования	представлением о принципиальных возможностях физических методов в решении химических проблем вне зависимости от их практических возможностей.
2.	ПК-3	готовностью использовать современную аппаратуру при проведении научных исследований	соответствие теоретических аспектов методов физико-химического анализа с целью и задачами исследования объектов.	проводить обработку хроматограмм	навыками самостоятельной работы на оборудовании для проведения физико-химического анализа

2.5 Карта компетенций дисциплины.

КАРТА КОМПЕТЕНЦИЙ ДИСЦИПЛИНЫ					
НАИМЕНОВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ Методы исследования строения органических соединений					
Цель дисциплины		Формирование знаний и умений в области физико-химических методов исследования органических соединений; освоение методики установления структуры и состава органических соединений; изучение современных инструментальных методов анализа.			
В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие компетенции					
КОМПЕТЕНЦИИ		Перечень компонентов	Технологии формирования	Форма оценочного средства	Уровни освоения компетенции
ИНДЕКС	ФОРМУЛИРОВКА				
ПК-2	владение теорией и навыками практической работы в избранной области химии	<p>Знать: Основы методов ультрафиолетовой, инфракрасной спектроскопии, спектроскопии ядерного магнитного резонанса и масс-спектрометрии; хроматографии.</p> <p>Уметь: проводить обработку результатов исследования</p> <p>Владеть: представлением о принципиальных возможностях физических методов в решении химических проблем вне зависимости от их</p>	Лабораторная работа Самостоятельная работа с литературой	Собеседование Защита ЛР Экзамен	<p>ПОРОГОВЫЙ теоретические основы методов физико-химического анализа. Возможности и ограничения методов при исследовании.</p> <p>ПОВЫШЕННЫЙ соответствие теоретических аспектов методов физико-химического анализа с целью и задачами исследования объектов.</p>

		практических возможностей.			
ПК-3	готовностью использовать современную аппаратуру при проведении научных исследований	Знать: соответствие теоретических аспектов методов физико-химического анализа с целью и задачами исследования объектов. Уметь: проводить обработку хроматограмм Владеть: навыками самостоятельной работы на оборудовании для проведения физико-химического анализа	Лабораторная работа Самостоятельная работа с литературой	Собеседование Защита ЛР Экзамен	ПОРОГОВЫЙ оборудование для проведения физико-химического анализа. ПОВЫШЕННЫЙ самостоятельно оценить возможность применения методик анализа и использования оборудования для достижения необходимой цели при изучении природных и технических объектов. Самостоятельно, с помощью специализированных компьютерных программ, проводить анализ полученных результатов.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

1. ОБЪЕМ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры			
		4 часов			
1	2	3			
1. Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) (всего)	-	60			
В том числе:					
Лекции (Л)		12			
Практические занятия (ПЗ), Семинары (С)					
Лабораторные работы (ЛР)		48			
2. Самостоятельная работа студента (всего)		48			
В том числе	-				
<i>СРС в семестре:</i>					
Курсовая работа	КП				
	КР				
Самостоятельная работа с литературой		40			
Подготовка к защите ЛР		8			
...					
...					
...					
<i>СРС в период сессии</i>					
		36			
Вид промежуточной аттестации	зачет (З),		Э		
	экзамен (Э)				
ИТОГО: Общая трудоемкость	часов		144		
	зач. ед.		4		

2. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

2.1. Содержание разделов учебной дисциплины (модуля)

№ семестра	№ раздела	Наименование раздела учебной дисциплины (модуля)	Содержание раздела в дидактических единицах
		3	4
4	1.	Масс-спектрометрия	<p>Физические основы метода: принцип работы масс-спектрометра, его разрешающая сила, образование масс-спектра, основное уравнение масс-спектрометрии, типы регистрируемых ионов (молекулярные, осколочные, метастабильные, многозарядные). Определение молекулярной брутто- формулы по масс-спектру: метод точного измерения масс молекулярных ионов, метод измерения интенсивностей пиков ионов, изотопных молекулярному иону. Качественные теории масс-спектрометрии органических соединений: теория локализации заряда, теория устойчивости продуктов фрагментации. Масс-спектрометрические правила: азотное, “четно-электронное”, затрудненный разрыв связей, прилежащих к ненасыщенным системам. Основные типы реакций распада органических соединений под электронным ударом: простой разрыв связей (α-разрыв, бензильный и аллильный разрывы), ретро-реакция Дильса-Альдера, перегруппировка Мак-Лафферти, скелетные перегруппировки, ониевые реакции. Термические реакции в масс-спектрометре. Установление строения органических соединений: метод функциональных групп, метод характеристических значений m/z. Основные направления фрагментации органических соединений под электронным ударом (углеводородов и их галогенпроизводных, спиртов, фенолов, простых эфиров, альдегидов, кетонов, аминов, карбоновых кислот и их производных). Понятие о методе химической ионизации и хроматомасс-спектрометрии. Примеры структурного анализа органических соединений по масс-спектру низкого разрешения</p>
	2.	Электронная спектроскопия	<p>Физические основы метода: электронные состояния молекул, классификация электронных переходов в молекулах, правила отбора. Взаимосвязь электронных спектров и структуры органических молекул: хромофоры и ауксохромы, сопряжение хромофоров, неспецифическое и специфическое влияние растворителей, батохромный и гипсохромный сдвиги, гипохромный и гиперхромный эффекты, классификация полос</p>

		<p>поглощения в электронных спектрах. Избирательное поглощение важнейших ауксохромных и хромофорных групп: насыщенные гетероатомные ауксохромы, карбонильный хромофор, диеновый хромофор, еноновый хромофор, бензольный хромофор, правила Вудворда-Физера. Принцип работы УФ спектрофотометра. Условия измерения УФ спектров. Примеры структурного анализа ненасыщенных органических соединений по спектру поглощения в ближней области УФ спектра.</p>
3.	ИК спектроскопия	<p>Физические основы метода: частота и интенсивность поглощения в колебательных спектрах двухатомных молекул, основные колебания многоатомных молекул. Взаимосвязь инфракрасных спектров и структуры органических молекул: валентные и деформационные колебания, характеристичность колебаний и ее физические причины, факторы, вызывающие сдвиг полос поглощения и изменение их интенсивности. Характеристическое поглощение важнейших структурных фрагментов и функциональных групп органических соединений: C–C, C=C, C≡C, Cаром–Cаром, Csp³–H, Csp²–H, Csp–H, C–O, C–N, O–H, N–H, S–H, C=O, CHO, COOH, COOR, CONaI, NO₂, C≡N. Структурные области ИК спектра. Принципы отнесения полос поглощения. Последовательность проведения структурного анализа. Количественная ИК спектроскопия. Принцип работы ИК спектрофотометра. Условия измерения ИК спектров. Примеры структурного анализа органических соединений по ИК спектру (область 4000 – 650 см⁻¹).</p>
4.	Спектроскопия ядерного магнитного резонанса	<p>Физические основы метода: Поведение ядер в статическом магнитном поле: квантование по направлению. Ларморова частота, ядерные зеемановские уровни, их населённости, макроскопическое намагничивание, условие резонанса. Основные принципы эксперимента ЯМР. CW - спектрометр, полевой и частотный «свипы». Импульсный метод ЯМР, характеристики импульсов. Классическое описание импульсного эксперимента. Уравнение угла поворота вектора намагниченности, его экспериментальное подтверждение. Поперечная намагниченность и фазовая когерентность. Релаксация, времена спин-решёточной и спин-спиновой релаксации. Фурье-преобразование, накопление спектра. Импульсный спектрометр. магнитные свойства ядер, основное уравнение ядерного магнитного резонанса, взаимодействия магнитных моментов ядер (тонкая</p>

		<p>и сверхтонкая структура сигналов ядер). Выбор резонансного ядра при изучении строения органических соединений. Принцип работы ЯМР спектрометра. Анализ спектров ядерного магнитного резонанса ядер со спиновым квантовым числом $I=1/2$: химическая и магнитная эквивалентность ядер, номенклатура ядерных систем, A2, AX, AB и A2B системы, индекс связывания, спектры первого и второго порядка, основные правила анализа спектров первого порядка, расшифровка простейших спектров второго порядка, приемы упрощения сложных спектров. Спектроскопия протонного магнитного резонанса: шкала химических сдвигов протонов, их характеристичность, закономерности в изменении значений химических сдвигов; константы спин-спинового взаимодействия JH – H. Двойной резонанс. Спектроскопия углеродного магнитного резонанса: шкала химических сдвигов ядер ^{13}C, их характеристичность, закономерности в изменении значений химических сдвигов, константы спин-спинового взаимодействия JC– H, полное и частичное подавление спин-спинового взаимодействия ядер ^{13}C и протонов. Ядерный эффект Оверхаузера. Понятие о спектроскопии ядерного магнитного резонанса динамических систем (обменные процессы). Двумерные (2D) эксперименты ЯМР. Гетероядерная 2D-j, δ - спектроскопия ЯМР ^{13}C и гомоядерная 2D-j, δ - спектроскопия ЯМР ^1H. Ядерный эффект Оверхаузера (ЯЭО). Особенности гомо- и гетероядерных систем. Факторы увеличения интенсивностей сигналов. Применения ЯЭО для изучения строения и корректного отнесения сигналов. Экспериментальные аспекты ЯЭО. Химически индуцируемая динамическая поляризация ядер (ХИДПЯ). Особенности применения ХИДПЯ для изучения механизма гомогенного гидрирования алкенов и алкинов. Динамическая спектроскопия ЯМР. Изучение обратимых реакций первого порядка и межмолекулярных реакций обмена. Вращение вокруг простых связей C-C и «частично двойных» связей, инверсии у атомов азота и фосфора, инверсия циклов, валентная таутомерия, кето-енольная таутомерия, межмолекулярный протонный обмен. Примеры структурного анализа органических соединений по спектрам ПМР и ЯМР ^{13}C</p>
5.	Хроматографические методы анализа	Введение. Классификация методов. Адсорбционная жидкостная колоночная хроматография. Плоскослойная хроматография (ТСХ, БХ).

			Ионообменная хроматография. Газовая хроматография. Высокоэффективная жидкостная хроматография.	хроматография. Газовая хроматография.	Гель-хроматография.
--	--	--	--	--	---------------------

2.2. Разделы учебной дисциплины (модуля), виды учебной деятельности и формы контроля

№ семестра	№ раздела	Наименование раздела учебной дисциплины	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов (в часах)					Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестрам)
			Л	ЛР	ПЗ/С	СРС	всего	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
4	1.	Масс-спектрометрия	2	4		10	16	1-2 Собеседование
	2.	Электронная спектроскопия	2	4		10	16	2-3 Собеседование
	3.	ИК спектроскопия	2	4		10	16	3-4 Собеседование
	4.	Спектроскопия ядерного магнитного резонанса	4	6		10	20	4-6 Собеседование
	5.	Хроматографические методы анализа	2	30		8	40	6-12 Собеседование Защита ЛР
			ИТОГО за семестр	12	48		48	108
		ИТОГО					144	

2.3 . Лабораторный практикум

Лабораторная работа № 1. Приготовление хроматографической колонки, определение ее характеристик.

Цель работы: получение навыков работы с хроматографическим оборудованием.

Лабораторная работа № 2. Определение параметров удерживания нормальных алканов.

Цель работы: изучение методики качественного хроматографического анализа.

Оборудование: газовый хроматограф с принадлежностями, смесь нормальных алканов.

Лабораторная работа № 3. Определение качественного состава смеси замещенных фенолов методом ТСХ.

Цель работы: изучение методики качественного анализа смеси замещенных фенолов.

Оборудование: пластины для ТСХ, смесь алкилфенолов, набор органических растворителей, устройство для проведения разгонки фенолов восходящим методом, УФ-лампа (для регистрации пятен алкилфенолов).

Лабораторная работа № 4. Метод ВЭЖХ-определения содержания кофеина в лекарственных средствах. (12 час.) Цель работы: освоение методики хроматографического анализа лекарственных образцов, содержащих кофеин. Оборудование: жидкостной хроматограф, образцы лекарственных образцов для анализа.

Примерная тематика курсовых работ.

Не предусмотрены

3. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТА

3.1. Виды СРС

№ семестра	№ раздела	Наименование раздела учебной дисциплины (модуля)	Виды СРС	Всего часов
	2	3	4	5
3	1.	Масс-спектрометрия	Изучение литературы по теме Подготовка к собеседованию Подготовка к экзамену	10
	2.	Электронная спектроскопия	Изучение литературы по теме Подготовка к собеседованию Подготовка к экзамену	10
	3.	ИК спектроскопия	Изучение литературы по теме Подготовка к собеседованию Подготовка к экзамену	10
	4.	Спектроскопия ядерного магнитного резонанса	Изучение литературы по теме Подготовка к собеседованию Подготовка к экзамену	10
	5.	Хроматографические методы анализа	Изучение литературы по теме Подготовка к собеседованию Подготовка к защите ЛР Подготовка к экзамену	8
ИТОГО в семестре:				48

3.2. График работы студента
Семестр № 4

Форма оценочного средства*	Условное обозначение	Номер недели																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12								
Собеседование	Соб	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+								
Защита ЛР	ЛР						+	+	+	+	+	+									

3.3. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

3.3.1.Контрольные работы/рефераты

4. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (см. Фонд оценочных средств)

4.2. Рейтинговая система оценки знаний обучающихся по учебной дисциплине

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература

№ п/п	Автор (ы), наименование, место издания и издательство, год	Используется при изучении разделов	Семестр	Количество экземпляров	
				В библиотеке	На кафедре
1	2	3	4	5	6
1.	Сычев, С.Н. Высокоэффективная жидкостная хроматография: аналитика, физическая химия, распознавание многокомпонентных систем [Электронный ресурс] : учеб. пособие / С.Н. Сычев, В.А. Гаврилина. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2013. — 256 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/5108 . — Загл. с экрана.	1-5	4	ЭБС	
2.	Практикум по органической химии [Текст] : учебное пособие / под ред. Н. С. Зефилова. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. - 568 с. : ил. - (Учебник для высшей школы). - Доп. УМО.	1-5	4	ЭБС	
3	Никитина, Н. Г. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа : учебник и практикум для академического бакалавриата / Н. Г. Никитина, А. Г. Борисов, Т. И. Хаханина ; под ред. Н. Г. Никитиной. — 4-е изд., перераб. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2017. — 394 с. — (Серия : Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-00427-4. — Режим доступа : www.biblio-online.ru/book/535AD001-D1FA-47A8-B1EA-FBC6627EAF21 .	1-5	4	ЭБС	

5.2. Дополнительная литература

№ п/п	Автор (ы), наименование, место издания и издательство, год	Используется при изучении разделов	Семестр	Количество экземпляров	
				В библиотеке	На кафедре
1	2	3	4	5	6
1.	Конюхов, В.Ю. Хроматография [Электронный ресурс] : учеб. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2012. — 224 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/4044 . — Загл. с экрана.	1-5	4	ЭБС	
2	Долгоносов, А.М. Колончатая аналитическая хроматография: практика, теория, моделирование [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А.М. Долгоносов, О.Б. Рудаков, А.Г. Прудковский. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2015. — 468 с. — Режим доступа:	1-5	4	ЭБС	

	https://e.lanbook.com/book/63592 . — Загл. с экрана.				
3	Спектральные методы анализа. Практическое руководство [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В.И. Васильева [и др.]. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2014. — 416 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/50168 . — Загл. с экрана.	1-5	4	ЭБС	
4	Александрова, Э. А. Аналитическая химия в 2 книгах. Книга 2. Физико-химические методы анализа : учебник и практикум для прикладного бакалавриата / Э. А. Александрова, Н. Г. Гайдукова. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2017. — 355 с. — (Серия : Бакалавр. Прикладной курс). — ISBN 978-5-534-03612-1. — Режим доступа : www.biblio-online.ru/book/BD48501F-8E90-4AA4-B957-91554FA1D0D1 .	1-5	4	ЭБС	

5.3. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:

1. eLIBRARY.RU [Электронный ресурс] : научная электронная библиотека. — Доступ зарегистрированным пользователям по паролю. — Режим доступа: <http://elibrary.ru/defaultx.asp> (дата обращения: 15.10.2016).
2. Лань [Электронный ресурс] : электронная библиотека. — Доступ к полным текстам по паролю. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 01.03.2016).
3. Научная библиотека РГУ имени С. А. Есенина [Электронный ресурс] : сайт. — Режим доступа: <http://library.rsu.edu.ru>, свободный (дата обращения: 15.10.2016).
4. Университетская библиотека ONLINE [Электронный ресурс] : электронная библиотека. — Доступ к полным текстам по паролю. — Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red (дата обращения: 15.10.2016).
5. Юрайт [Электронный ресурс] : электронная библиотека. — Доступ к полным текстам по паролю. — Режим доступа: <https://www.biblio-online.ru> (дата обращения: 20.04.2017).
6. Springer (платформа SpringerLink) SpringerLink [Электронный ресурс]: полнотекстовая база данных научных журналов, Режим доступа: <http://www.springerlink.com> (дата обращения: 20.04.2017).
7. Royal Society of Chemistry (RSC) [Электронный ресурс]: Открытый доступ [к архивам всех журналов](#), изданных Royal Society of Chemistry с 1841 по 2007 годы. Архив охватывает такие предметные области, как биология, нанонаука и нанотехнология, физика, химия. Режим доступа: <http://pubs.rsc.org/en/journals?key=title&value=archive> (дата обращения: 01.05.2017).

5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее – сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины (модуля)*

1. ChemNet. Россия [Электронный ресурс] : химическая информационная сеть. — Режим доступа: www.chemnet.ru, свободный (дата обращения: 15.10.2016).
2. ChemPort.Ru [Электронный ресурс] : портал. — Режим доступа: www.chemport.ru, свободный (дата обращения: 15.10.2016).
3. <http://www.xumuk.ru/> [Электронный ресурс] : портал. — Режим доступа: www.xumuk.ru, свободный (дата обращения: 15.10.2016).
4. Аналитическая химия и химический анализ [Электронный ресурс] : Портал химиков-

аналитиков – Режим доступа: ANCHEM.RU, свободный (дата обращения: 15.10.2016).

5. [ABC Chemistry](http://ABC.Chemistry) [Электронный ресурс] : бесплатный полнотекстовый каталог журналов по химии. – Режим доступа: <http://abc-chemistry.org/index.html>, свободный (дата обращения: 15.10.2016).

6. [ChemSpider](http://www.chemspider.com/) [Электронный ресурс] : база данных химических соединений и смесей, принадлежащая королевскому химическому обществу Великобритании. – Режим доступа: <http://www.chemspider.com/>, свободный (дата обращения: 15.10.2016).

7. И.Э.Нифантьев, П.В.Ивченко Практикум по органической химии. [Электронный ресурс]: практикум. – Режим доступа: http://www.chem.msu.su/rus/teaching/nifantev/2006_praktikum.pdf, свободный (дата обращения: 15.10.2016).

8. Н.Н. Быкова, А.П. Кузьмин Органический синтез. [Электронный ресурс] : практикум. – Режим доступа: <http://www.tstu.ru/education/elib/pdf/2007/bikova-r.pdf>, свободный (дата обращения: 15.10.2016).

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

6.1. Требования к аудиториям (помещениям, местам) для проведения занятий:

Стандартно оборудованные лекционные аудитории

Аудитории, оборудованные мультимедийными проекторами, системными блоками, интерактивная доска используемые в учебном процессе.

6.2. Требования к оборудованию рабочих мест преподавателя и обучающихся: стандартное оборудование для учебной аудитории.

6.3. Требования к специализированному оборудованию:

Специализированные химические лаборатории, оборудованные наборами необходимых реактивов, химической посудой и аналитическим оборудованием.

7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

8. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Вид учебных занятий	Организация деятельности студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометить важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии.
Практические занятия	Проработка рабочей программы дисциплины, уделяя особое внимание целям и задачам, структуре и содержанию дисциплины. Конспектирование источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы, работа с текстом, прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной

	теме, решение расчетно-графических заданий, решений задач по алгоритму и др.
Подготовка к экзамену	При подготовке к экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и др.
Лабораторная работа	Методические указания по выполнению лабораторных работ

9. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (*при необходимости*)

10. Требования к программному обеспечению учебного процесса (указывается при наличии):

Название ПО	№ лицензии
MS Windows Professional Russian	47628906
Антивирус Kaspersky Endpoint Security	договор №14/03/2018-0142от 30/03/2018г.
Офисное приложение LibreOffice	свободно распространяемое ПО
Архиватор 7-zip	свободно распространяемое ПО
Браузеризображений Fast Stone ImageViewer	свободно распространяемое ПО
PDF ридерFoxitReader	свободно распространяемое ПО
Медиа проигрыватель VLC mediaplayer	свободно распространяемое ПО
Запись дисков ImageBurn	свободно распространяемое ПО
DJVU браузерDjVuBrowser Plug-in	свободно распространяемое ПО

11. Иные сведения

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине для промежуточного контроля успеваемости

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины (результаты по разделам)	Код контролируемой компетенции) или её части)	Наименование оценочного средства
1.	Масс-спектрометрия	ПК-2	Экзамен
2.	Электронная спектроскопия	ПК-3	
3.	ИК спектроскопия		
4.	Спектроскопия ядерного		
5.	Хроматографические методы анализа		

ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОБУЧЕНИЯ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Индекс компетенции	Содержание компетенции	Элементы компетенции	Индекс элемента
ПК-2	владение теорией и навыками практической работы в избранной области химии	Знать: Основы методов ультрафиолетовой, инфракрасной спектроскопии, спектроскопии ядерного магнитного резонанса и масс-спектрометрии; хроматографии.	ПК-2 З1
		Уметь: проводить обработку результатов исследования	ПК-2 У1
		Владеть: представлением о принципиальных возможностях физических методов в решении химических проблем вне зависимости от их практических возможностей.	ПК-2 В1
ПК-3	готовностью использовать современную аппаратуру при проведении научных исследований	Знать: соответствие теоретических аспектов методов физико-химического анализа с целью и задачами исследования объектов.	ПК-3 З1
		Уметь: проводить обработку хроматограмм	ПК-3 У1
		Владеть: навыками самостоятельной работы на оборудовании для проведения физико-химического анализа	ПК-3 В1

КОМПЛЕКТ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ
(ЭКЗАМЕН)

№	Содержание оценочного средства	Индекс оцениваемой компетенции и ее элементов
1	Масс-спектрометрия. Физические основы метода: принцип работы масс-спектрометра, его разрешающая сила, образование масс-спектра, основное уравнение масс-спектрометрии.	ПК-2 31 ПК-2 У1 ПК-2 В1 ПК-3 31 ПК-3 У1 ПК-3 В1
2	Типы регистрируемых ионов (молекулярные, осколочные, метастабильные, многозарядные).	ПК-2 31 ПК-2 У1 ПК-2 В1 ПК-3 31 ПК-3 В1
3	Определение молекулярной брутто-формулы по масс-спектру: метод точного измерения масс молекулярных ионов, метод измерения интенсивностей пиков ионов, изотопных молекулярному иону.	ПК-2 31 ПК-2 У1 ПК-2 В1 ПК-3 31 ПК-3 В1
4	Качественные теории масс-спектрометрии органических соединений: теория локализации заряда, теория устойчивости продуктов фрагментации.	ПК-2 31 ПК-2 У1 ПК-2 В1 ПК-3 31 ПК-3 В1
5	Масс-спектрометрические правила: азотное, "четно-электронное", затрудненный разрыв связей, прилежащих к ненасыщенным системам.	ПК-2 31 ПК-2 У1 ПК-2 В1 ПК-3 31 ПК-3 В1
6	Установление строения органических соединений: метод функциональных групп, метод характеристических значений m/z .	ПК-2 31 ПК-2 У1 ПК-2 В1 ПК-3 31 ПК-3 В1
7	Основные направления фрагментации органических соединений под электронным ударом (углеводородов и их галогенпроизводных, спиртов, фенолов, простых эфиров, альдегидов, кетонов, аминов, карбоновых кислот и их производных).	ПК-2 31 ПК-2 У1 ПК-2 В1 ПК-3 31 ПК-3 В1
8	Понятие о методе химической ионизации и хроматомасс-спектрометрии.	ПК-2 31 ПК-2 У1 ПК-2 В1 ПК-3 31 ПК-3 В1
9	Основные типы реакций распада органических соединений под электронным ударом: простой разрыв связей (α -разрыв, бензильный и аллильный разрывы), ретро-реакция Дильса-Альдера, перегруппировка Мак-Лафферти, скелетные перегруппировки, ониевые реакции.	ПК-2 31 ПК-2 У1 ПК-2 В1 ПК-3 31 ПК-3 В1
10	Термические реакции в масс-спектрометре.	ПК-2 31 ПК-2 У1 ПК-2 В1 ПК-3 31 ПК-3 В1
11	Электронная спектроскопия. Физические основы метода: электронные состояния молекул, классификация электронных переходов в молекулах, правила отбора.	ПК-2 31 ПК-2 У1 ПК-2 В1 ПК-3 31 ПК-3 В1
12	Взаимосвязь электронных спектров и структуры органических молекул: хромофоры и ауксохромы, сопряжение хромофоров, неспецифическое и специфическое влияние растворителей, батохромный и гипсохромный сдвиги, гипохромный и гиперхромный эффекты, классификация полос поглощения в электронных спектрах.	ПК-2 31 ПК-2 У1 ПК-2 В1 ПК-3 31 ПК-3 В1

13	Избирательное поглощение важнейших ауксохромных и хромофорных групп: насыщенные гетероатомные ауксохромы, карбонильный хромофор, диеновый хромофор, еноновый хромофор, бензольный хромофор, правила Вудворда-Физера.	ПК-2 31 ПК-2 У1 ПК-2 В1 ПК-3 31 ПК-3 В1
14	Прицип работы УФ спектрофотометра. Условия измерения УФ спектров.	ПК-2 31 ПК-2 У1 ПК-2 В1 ПК-3 31 ПК-3 В1
15	ИК спектроскопия. Физические основы метода: частота и интенсивность поглощения в колебательных спектрах двухатомных молекул, основные колебания многоатомных молекул.	ПК-2 31 ПК-2 У1 ПК-2 В1 ПК-3 31 ПК-3 В1
16	Взаимосвязь инфракрасных спектров и структуры органических молекул: валентные и деформационные колебания, характеристичность колебаний и ее физические причины, факторы, вызывающие сдвиг полос поглощения и изменение их интенсивности.	ПК-2 31 ПК-2 У1 ПК-2 В1 ПК-3 31 ПК-3 В1
17	Характеристическое поглощение важнейших структурных фрагментов и функциональных групп органических соединений: C–C, C=C, C≡C, Саром–Саром, Csp ³ –H, Csp ² –H, Csp–H, C–O, C–N, O–H, N–H, S–H, C=O, CHO, COOH, COOR, COHal, NO ₂ , C≡N.	ПК-2 31 ПК-2 У1 ПК-2 В1 ПК-3 31 ПК-3 В1
18	Структурные области ИК спектра. Принципы отнесения полос поглощения.	ПК-2 31 ПК-2 У1 ПК-2 В1 ПК-3 31 ПК-3 В1
19	Последовательность проведения структурного анализа.	ПК-2 31 ПК-2 У1 ПК-2 В1 ПК-3 31 ПК-3 В1
20	Количественная ИК спектроскопия.	ПК-2 31 ПК-2 У1 ПК-2 В1 ПК-3 31 ПК-3 В1
21	Принцип работы ИК спектрофотометра. Условия измерения ИК спектров.	ПК-2 31 ПК-2 У1 ПК-2 В1 ПК-3 31 ПК-3 В1
22	Спектроскопия ЯМР. Физические основы метода: Поведение ядер в статическом магнитном поле: квантование по направлению. Ларморова частота, ядерные зеемановские уровни, их населённости, макроскопическое намагничивание, условие резонанса.	ПК-2 31 ПК-2 У1 ПК-2 В1 ПК-3 31 ПК-3 В1
23	Основные принципы эксперимента ЯМР. CW - спектрометр, полевой и частотный «свипы».	ПК-2 31 ПК-2 У1 ПК-2 В1 ПК-3 31 ПК-3 В1
24	Импульсный метод ЯМР, характеристики импульсов. Классическое описание импульсного эксперимента. Релаксация, времена спин-решёточной и спин-спиновой релаксации. Фурье-преобразование, накопление спектра.	ПК-2 31 ПК-2 У1 ПК-2 В1 ПК-3 31 ПК-3 В1
25	Импульсный спектрометр. магнитные свойства ядер, основное уравнение ядерного магнитного резонанса, взаимодействия магнитных моментов ядер (тонкая и сверхтонкая структура сигналов ядер).	ПК-2 31 ПК-2 У1 ПК-2 В1 ПК-3 31 ПК-3 В1
26	Принцип работы ЯМР спектрометра.	ПК-2 31 ПК-2 У1 ПК-2 В1 ПК-3 31 ПК-3 У1 ПК-3 В1
27	Спектроскопия протонного магнитного резонанса:	ПК-2 31 ПК-2 У1 ПК-2 В1

	шкала химических сдвигов протонов, их характеристичность, закономерности в изменении значений химических сдвигов; константы спин-спинового взаимодействия JH – H. Двойной резонанс.	ПК-3 З1 ПК-3 В1
28	Спектроскопия углеродного магнитного резонанса: шкала химических сдвигов ядер ¹³ C, их характеристичность, закономерности в изменении значений химических сдвигов, константы спин-спинового взаимодействия JC– H, полное и частичное подавление спин-спинового взаимодействия ядер ¹³ C и протонов.	ПК-2 З1 ПК-2 У1 ПК-2 В1 ПК-3 З1 ПК-3 В1
29	Понятие о спектроскопии ядерного магнитного резонанса динамических систем (обменные процессы). Двумерные (2D) эксперименты ЯМР.	ПК-2 З1 ПК-2 У1 ПК-2 В1 ПК-3 З1 ПК-3 В1
30	Динамическая спектроскопия ЯМР.	ПК-2 З1 ПК-2 У1 ПК-2 В1 ПК-3 З1 ПК-3 В1
31	Классификация методов хроматографии	ПК-2 З1 ПК-2 У1 ПК-2 В1 ПК-3 З1 ПК-3 У1 ПК-3 В1
32	Основные хроматографических параметры	ПК-2 З1 ПК-2 У1 ПК-2 В1 ПК-3 З1 ПК-3 У1 ПК-3 В1
33	Сорбенты в хроматографии. Иммуобилизация сорбентов	ПК-2 З1 ПК-2 У1 ПК-2 В1 ПК-3 З1 ПК-3 У1 ПК-3 В1
34	Влияние размера сорбента, давление и длины колонок на процесс хроматографирования	ПК-2 З1 ПК-2 У1 ПК-2 В1 ПК-3 З1 ПК-3 У1 ПК-3 В1
35	Процессы, протекающие в колонке при прохождении подвижной фазы; вихревая диффузия, молекулярная диффузия, массопередача и кинетика сорбции - десорбции	ПК-2 З1 ПК-2 У1 ПК-2 В1 ПК-3 З1 ПК-3 У1 ПК-3 В1
36	Оптимизация хроматографического процесса	ПК-2 З1 ПК-2 У1 ПК-2 В1 ПК-3 З1 ПК-3 У1 ПК-3 В1
37	Влияние внеколоночных вкладов на размывание хроматографических пиков	ПК-2 З1 ПК-2 У1 ПК-2 В1 ПК-3 З1 ПК-3 У1 ПК-3 В1
38	Градиентное элюирование и его место в хроматографии	ПК-2 З1 ПК-2 У1 ПК-2 В1 ПК-3 З1 ПК-3 У1 ПК-3 В1
39	Способы заполнения колонок	ПК-2 З1 ПК-2 У1 ПК-2 В1 ПК-3 З1 ПК-3 У1 ПК-3 В1
40	Ионообменная хроматография. Подвижные и неподвижные фазы (иониты, хелатные иониты), решаемые задачи	ПК-2 З1 ПК-2 У1 ПК-2 В1 ПК-3 З1 ПК-3 У1 ПК-3 В1
41	Ионная хроматография, решаемые задачи аппаратное оформление	ПК-2 З1 ПК-2 У1 ПК-2 В1 ПК-3 З1 ПК-3 У1 ПК-3 В1
42	Общая характеристика метода ТСХ	ПК-2 З1 ПК-2 У1 ПК-2 В1 ПК-3 З1 ПК-3 У1 ПК-3 В1
43	Основные количественные методы, используемые в ТСХ (прямые, косвенные методы)	ПК-2 З1 ПК-2 У1 ПК-2 В1 ПК-3 З1 ПК-3 У1 ПК-3 В1
44	Лигандообменная хроматография; сорбенты, элюенты, решаемые задачи	ПК-2 З1 ПК-2 У1 ПК-2 В1 ПК-3 З1 ПК-3 У1 ПК-3 В1
45	Изотермы сорбции. Зависимость формы пика от изотермы; Хроматографическое размывание	ПК-2 З1 ПК-2 У1 ПК-2 В1 ПК-3 З1 ПК-3 У1 ПК-3 В1
46	Высокоэффективная жидкостная хроматография, обращено-фазовый и нормально-фазовый варианты	ПК-2 З1 ПК-2 У1 ПК-2 В1 ПК-3 З1 ПК-3 У1 ПК-3 В1

47	Механизмы распределения в хроматографии	ПК-2 З1 ПК-2 У1 ПК-2 В1 ПК-3 З1 ПК-3 У1 ПК-3 В1
48	Ион-парная и осадочная хроматографии	ПК-2 З1 ПК-2 У1 ПК-2 В1 ПК-3 З1 ПК-3 У1 ПК-3 В1
49	Сверхкритическая флюидная хроматографии	ПК-2 З1 ПК-2 У1 ПК-2 В1 ПК-3 З1 ПК-3 У1 ПК-3 В1
50	Сочетание хроматографии с другими физическими методами	ПК-2 З1 ПК-2 У1 ПК-2 В1 ПК-3 З1 ПК-3 У1 ПК-3 В1

ПОКАЗАТЕЛИ И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ
(Шкалы оценивания)

Результаты выполнения обучающимся заданий на экзамене оцениваются по шкале - по пятибалльной шкале.

В основе оценивания лежат критерии порогового и повышенного уровня характеристик компетенций или их составляющих частей, формируемых на учебных занятиях (Таблица 2.5 рабочей программы дисциплины).

«Отлично» (5) / «зачтено» – оценка соответствует повышенному уровню и выставляется обучающемуся, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.

«Хорошо» (4) / «зачтено» - оценка соответствует повышенному уровню и выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос или выполнении заданий, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.

«Удовлетворительно» (3) / «зачтено» - оценка соответствует пороговому уровню и выставляется обучающемуся, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, демонстрирует недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.

«Неудовлетворительно» (2) / «не зачтено» - оценка выставляется обучающемуся, который не достигает порогового уровня, демонстрирует непонимание проблемы, не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы.

