Министерство просвещения Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Ульяновский государственный педагогический университет
имени И.Н. Ульянова»
(ФГБОУ ВО «УлГПУ им. И.Н. Ульянова»)

Факультет естественно-географический
Кафедра биологии и химии

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-
методической работе
_____ С.Н. Титов
«25» июня 2021 г.

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Программа учебной дисциплины
Модуля «Современные химические методы исследования»

основной профессиональной образовательной программы высшего образования – программы магистратуры по направлению подготовки
44.04.01 Педагогическое образование

направленность (профиль) образовательной программы
Химическое образование

(заочная форма обучения)

Составитель: Кафиятуллина А.Г., к.х.н., доцент кафедры биологии и химии

Рассмотрено и одобрено на заседании ученого совета естественно-географического факультета, протокол от «22» июня 2021 г. №7

Ульяновск, 2021

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 01D77C644FC1E54000000006381D0002
Владелец: Титов Сергей Николаевич
Действителен: с 19.07.2021 до 19.07.2022

Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Физико-химические методы исследования» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1. Дисциплин (модули) вариативного модуля «Современные химические методы исследования» учебного плана основной профессиональной образовательной программы высшего образования – программы магистратуры по направлению подготовки 44.04.01 Педагогическое образование, направленность (профиль) образовательной программы «Химическое образование» заочной формы обучения.

Дисциплина опирается на результаты обучения, сформированные в рамках обучения в курсе бакалавриата и дисциплин учебного плана: Современные проблемы химической науки, Проблемы современной химической промышленности, Функциональный анализ в органической химии, Спектральный анализ органических соединений, Химия твердого тела, Селективный катализ, Химическая модификация полимеров, Химия комплексных соединений, Современные химические методы исследования.

Результаты изучения дисциплины «Физико-химические методы исследования» являются теоретической и методологической основой при изучении дисциплин: Методы исследования в токсикологической химии, Эколого-химические методы исследования, Основы современной химии, Современные задачи супрамолекулярной химии, Химия современных конструкционных материалов, Химические основы биологической регуляции, Выполнение и защита выпускной квалификационной работы.

1. Перечень планируемых результатов обучения (образовательных результатов) по дисциплине

Целью освоения дисциплины «Физико-химические методы исследования» является: формирование специализированных и систематизированных знаний в области методов анализа объектов органических соединений, основанных на приложении физических законов к химическим объектам и системам.

Задачей освоения дисциплины является формирование у студента целостного представления об основных этапах становления современного подхода к методам изучения соединений, использование аппаратуры для установления структуры веществ.

В результате освоения программы магистратуры обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине «Физико-химические методы исследования» (в таблице представлено соотнесение образовательных результатов обучения по дисциплине с индикаторами достижения компетенций):

Компетенция и индикаторы ее достижения в дисциплине	Образовательные результаты дисциплины (этапы формирования дисциплины)		
	знает	умеет	владеет
ПК-2 Способен проектировать и реализовывать учебные программы дисциплин (модулей) предметной области для образовательных организаций разных уровней образования ИПК-2.1 Знать содержание	ОР-1 предметное содержание химических дисциплин, содержание основных нормативных документов, регламентирующих химическое образование на		

основных нормативных документов, регламентирующих химическое образование на разных уровнях; структуру учебных и рабочих программ и требования к их проектированию и реализации; виды учебно-методического обеспечения современного процесса обучения химии	разных уровнях; ОР-2 структуру учебных и рабочих программ и требования к их проектированию и реализации; виды учебно-методического обеспечения современного процесса обучения химии.		

2. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Номер семестра	Учебные занятия						Форма промежуточной аттестации
	Всего		Лекции, час	Практические занятия, час	Контроль час	Самостоят. работа, час	
	Трудоемк.						
	Зач. ед.	Часы					
3	3	108	4	10	6	88	Зачет
Итого:	3	108	4	10	6	88	Зачет

3. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

3.1. Указание тем (разделов) и отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

Наименование раздела и тем	Количество часов по формам организации обучения			
	Лекц. занятия	Лаб. занятия	Практ. занятия	Самост. работа
Раздел I. Введение в предмет.				

Тема 1. Характеристика и классификация инструментальных методов исследования.	1		2	16
Раздел II. Спектральные методы анализа.				
Тема 2. Спектроскопия ядерного магнитного резонанса .			1	14
Тема 3. Инфракрасная спектроскопия.			1	14
Тема 4. Спектроскопия в ультрафиолетовой и видимой областях спектра.	1		2	14
Раздел III. Хроматографический метод.				
Тема 5. Характеристика хроматографического метода анализа.	1		2	14
Раздел IV. Электрохимические методы.				
Тема 6. Потенциометрия в аналитической химии.	1		2	16
ИТОГО	**4**		**10**	**88**

3.2. Краткое описание содержания тем (разделов) дисциплины

Раздел I. Введение в предмет.

Тема 1. Характеристика и классификация инструментальных методов исследования.

Общая характеристика инструментальных методов исследования веществ. Основные задачи, решаемые с помощью физико-химических методов, последние тенденции, достоинства и недостатки инструментальных методов. Классификация физико-химических методов, их роль в органической химии, экологии, медицине. Комплексное изучение вещества с использованием химических и физических подходов.

Раздел II. Спектральные методы анализа.

Тема 2. Спектроскопия ядерного магнитного резонанса.

Основы метода ЯМР. Химический сдвиг. Влияние внутримолекулярных факторов, концентрации, температуры и растворителя на химический сдвиг. Спин-спиновое взаимодействие. Интегральная интенсивность сигналов. Применение ЯМР-спектроскопии для установления структуры молекул.

Тема 3. Инфракрасная спектроскопия.

Колебание молекул. Характеристические частоты. Измерение поглощения твердых соединений и растворов. Приложения ИК-спектроскопии. Техника измерения и расшифровка спектров поглощения.

Интерактивная форма: Работа в парах по усвоению и расшифровке спектров веществ.

Тема 4. Спектроскопия в ультрафиолетовой и видимой областях спектра.

Закон Ламберта-Бэра. Выбор реагента и растворителя. Выбор спектральной области для измерений. Фотометрические методы количественного анализа: метод градуировочного графика, метод добавок. Воспроизводимость результатов. Спектрофотометрический анализ в присутствии мешающих ионов. Использование видимых спектров, УФ- и электронных спектров для идентификации и определения структуры органических соединений.

Интерактивная форма: Групповые творческие задания, работа с интерактивной доской.

Раздел III. Хроматографический метод.

Тема 5. Характеристика хроматографического метода анализа.

Общая характеристика хроматографического метода анализа (области применения, преимущества, недостатки). Ионообменная, распределительная, тонкослойная и газо-жидкостная хроматография.

Интерактивная форма: Учебная дискуссия с использованием раздаточного материала.

Раздел IV. Электрохимические методы.

Тема 6. Потенциометрия в аналитической химии.

Потенциометрия: сущность метода, потенциал электрода, виды электродов. Применение потенциометрии в аналитической химии. Кривые титрования. Принципиальное устройство и использование «pH-метров-потенциометров» и «потенциометров-иономеров», их калибровка по стандартным растворам. Полярография: теоретические основы и сущность метода. Качественные и количественные определения в полярографии.

Интерактивная форма: Групповые творческие задания. Работа с Интернет-источниками.

4. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Самостоятельная работа студентов является особой формой организации учебного процесса, представляющая собой планируемую, познавательно, организационно и методически направляемую деятельность студентов, ориентированную на достижение конкретного результата, осуществляемую без прямой помощи преподавателя. Самостоятельная работа студентов является составной частью учебной работы и имеет целью закрепление и углубление полученных знаний и навыков, поиск и приобретение новых знаний, а также выполнение учебных заданий, подготовку к предстоящим занятиям и экзамену. Она предусматривает, как правило, разработку рефератов, написание докладов, выполнение творческих, индивидуальных заданий в соответствии с учебной программой (тематическим планом изучения дисциплины). Тема для такого выступления может быть предложена преподавателем или избрана самим студентом, но материал выступления не должен дублировать лекционный материал. Реферативный материал служит дополнительной информацией для работы на практических занятиях. Основная цель данного вида работы состоит в обучении студентов методам самостоятельной работы с учебным материалом. Для полноты усвоения тем, вынесенных в практические занятия, требуется работа с первоисточниками. Курс предусматривает самостоятельную работу студентов со специальной литературой. Следует отметить, что самостоятельная работа студентов результативна лишь тогда, когда она выполняется систематически, планомерно и целенаправленно.

Задания для самостоятельной работы предусматривают использование необходимых терминов и понятий по проблематике курса. Они нацеливают на практическую работу по применению изучаемого материала, поиск библиографического материала и электронных источников информации, иллюстративных материалов. Задания по самостоятельной работе даются по темам, которые требуют дополнительной проработки.

Общий объем самостоятельной работы студентов по дисциплине включает аудиторную и внеаудиторную самостоятельную работу студентов в течение семестра.

В курсах лекций и лабораторных занятий предусмотрены следующие **темы на самостоятельное изучение**:

1. Фотометрия и нефелометрия:
2. Применение УФ-спектроскопии для установления структуры молекул.
3. Решение задач по УФ-спектрам.
4. Применение ЯМР-спектроскопии для установления структуры молекул.

5. Решение задач по спектрам ЯМР.
6. Применение спектров ИК для выполнения спектрохимических задач.
7. Решение задач по ИК-спектроскопии.

Внеаудиторная самостоятельная работа осуществляется в формах:
- подготовки к устным докладам (выступлениям по теме реферата);
- подготовка к защите проекта;
- выполнение реферативной работы;
- участие в учебной дискуссии

Примерный вариант контрольной работы

1) Величина, которая является качественной характеристикой вещества и зависит от его природы в методе спектрофотометрии,называется...
   a) длиной волны
   b) амплитудой сигнала
   c) интенсивностью поглощения
   d) световым потоком

2) Для определения концентрации вещества в фотометрическом методе строят градуировочный график зависимости в координатах:
   a) цветность-масса раствора
   b) оптическая плотность -концентрация раствора
   c) оптическая плотность -толщина кюветы
   d) длина волны -содержание вещества в растворе

3) Хроматография -это процесс
   a) осаждения
   b) разделения
   c) растворения
   d) сорбции

4) Вещество, на поверхности которого происходит разделение и концентрирование анализируемых веществ в методе хроматографии, называется ...
   a) Сорбент
   b) Сорбат
   c) Элюент
   d) Сорбтив

5) Методы анализа, основанные на способности вещества поглощать свет определенной длины волны, называются ...
   a) Потенциометрическими
   b) фотоэмиссионными
   c) радиометрическими
   d) спектрофотометрическими

6) При определении содержания вещества методов фотоколориметрии используется _____область спектра
   a) видимая.
   b) Радиочастотная,
   c) инфракрасная,
   d) ультрафиолетовая

Примерный перечень тем для учебной дискуссии

1. Спектроскопия ядерного магнитного резонанса (ЯМР);
2. Инфракрасная спектроскопия;
3. Спектроскопия ультрафиолетовой (УФ) и видимой области спектра;
4. Хроматографический метод как основа для экспресс-анализа;
5. Применение спектральных методов для идентификации веществ;
6. Применение спектральных методов в качественном анализе;

7. Применение спектральных методов в количественном анализе.

Темы докладов

1. Определение ионов Cu^{2+} в виде аммиаката дифференциально-фотометрическим методом;
2. Определение ионов Fe^{3+} с NH_4CNS методом градуировочной кривой;
3. Определение сульфатов в растворе методом нефелометрии
4. Разделение ионов Fe^{3+}, Co^{2+}, Ni^{2+} и количественное определение Fe^{3+} в смеси;
5. Определение красителя кислотного фиолетового-С в чернилах «Радуга-2».
6. Определение ионов NO_3^- в овощах и фруктах методом градуировочной кривой. Определение ионов F^- в технических образцах и водах методом добавок.

Для самостоятельной подготовки к занятиям по дисциплине рекомендуется использовать учебно-методические материалы:

1. Пестова Н.Ю. Физико-химические методы исследования. Учебно-методические рекомендации. - Ульяновск: ФГБОУ ВО «УлГПУ им. И.Н. Ульянова», 2017 – 21 с.

5. Примерные оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Организация и проведение аттестации студента

ФГОС ВО в соответствии с принципами Болонского процесса ориентированы преимущественно не на сообщение обучающемуся комплекса теоретических знаний, но на выработку у бакалавра компетенций – динамического набора знаний, умений, навыков и личностных качеств, которые позволят выпускнику стать конкурентоспособным на рынке труда и успешно профессионально реализовываться.

В процессе оценки студентов необходимо используются как традиционные, так и инновационные типы, виды и формы контроля. При этом постепенно традиционные средства совершенствуются в русле компетентностного подхода, а инновационные средства адаптированы для повсеместного применения в российской вузовской практике.

Цель проведения аттестации – проверка освоения образовательной программы дисциплины-практикума через сформированность образовательных результатов.

Промежуточная аттестация осуществляется в конце семестра и завершает изучение дисциплины; помогает оценить крупные совокупности знаний и умений, формирование определенных компетенций.

Оценочными средствами текущего оценивания являются: доклад, тесты по теоретическим вопросам дисциплины, защита практических работ и т.п. Контроль усвоения материала ведется регулярно в течение всего семестра на практических (семинарских, лабораторных) занятиях.

№ п/п	**СРЕДСТВА ОЦЕНИВАНИЯ,** используемые для текущего оценивания показателя формирования компетенции	Образовательные результаты дисциплины
	Оценочные средства для текущей аттестации ОС-1 подготовки к устным докладам (выступлениям по теме реферата); ОС-2 выполнение реферативной работы; ОС-3 участие в учебной дискуссии ОС-4 Защита проекта	ОР-1 предметное содержание химических дисциплин, содержание основных нормативных документов, регламентирующих химическое образование на разных уровнях; ОР-2 структуру учебных и рабочих программ и требования к их проектированию и реализации; виды учебно-методического
	Оценочные средства для промежуточной аттестации **зачет (экзамен)**	

	ОС-5 Зачет в форме устного собеседования	обеспечения современного процесса обучения химии.

Описание оценочных средств и необходимого оборудования (демонстрационного материала), а так же процедуры и критерии оценивания индикаторов достижения компетенций на различных этапах их формирования в процессе освоения образовательной программы представлены в Фонде оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине «Физико-химические ме5тоды исследования».

Материалы, используемые для текущего контроля успеваемости обучающихся по дисциплине

Материалы для организации текущей аттестации представлены в п.4 программы.

Материалы, используемые для промежуточного контроля успеваемости обучающихся по дисциплине

ОС-5 Зачет в форме устного собеседования

Примерные вопросы к зачету

1. Общая характеристика инструментальных методов исследования веществ.
2. Классификация физико-химических методов, их роль в органической химии, экологии, медицине.
3. Применение физико-химических методов для идентификации веществ;
4. Применение физико-химических методов в качественном анализе;
5. Применение физико-химических методов в количественном анализе.
6. Основы метода ЯМР.
7. Применение ЯМР-спектроскопии для установления структуры молекул.
8. Метод ИК-спекторскопии. Техника измерения и расшифровки спектров поглощения.
9. Спектроскопия в ультрафиолетовой (УФ) и видимой области спектра.
10. Закон Ламберта-Бера.
11. Фотометрические методы количественного анализа: метод градуировочного графика, метод добавок.
12. Использование видимых и УФ - спектров для идентификации и определения структуры органических соединений.
13. Общая характеристика хроматографического метода анализа (области применения, преимущества, недостатки).
14. Потенциометрия: сущность метода.
15. Применение потенциометрии в аналитической химии.
16. Кривые титрования в аналитической химии.
17. Принципиальное устройство и использование «pH – метров» и «ионометров».
18. Калибровка pH – метров по значениям pH.
19. Спектроскопия ядерного магнитного резонанса (ЯМР);
20. Инфракрасная спектроскопия;
21. Спектроскопия ультрафиолетовой (УФ) и видимой области спектра;
22. Хроматографический метод как основа для экспресс-анализа;
23. Электрохимические методы анализа на современном этапе развития;
24. Применение физико-химических методов для идентификации веществ;
25. Применение физико-химических методов в качественном анализе;
26. Применение физико-химических методов в количественном анализе.

В конце изучения дисциплины подводятся итоги работы студентов на лекционных и практических занятиях путем суммирования заработанных баллов в течение семестра.

Критерии оценивания знаний обучающихся по дисциплине

Формирование балльно-рейтинговой оценки работы обучающихся

		Посещение лекций	Посещение практических занятий	Работа на практических занятиях	Зачет
3 семестр	Разбалловка по видам работ	2 х 1=2 балла	5 х 1=5 баллов	229 баллов	64 балла
	Суммарный макс. балл	2 балла max	5 баллов max	229 баллов max	300 баллов max

Критерии оценивания работы обучающегося

	Баллы (3 ЗЕ)
«зачтено»	более 150
«не зачтено»	150 и менее

6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Успешное изучение курса требует от обучающихся посещения лекций, активной работы на практических занятиях, выполнения всех учебных заданий преподавателя, ознакомления с основной и дополнительной литературой.

Запись **лекции** – одна из форм активной самостоятельной работы обучающихся, требующая навыков и умения кратко, схематично, последовательно и логично фиксировать основные положения, выводы, обобщения, формулировки. В конце лекции преподаватель оставляет время (5 минут) для того, чтобы обучающиеся имели возможность задать уточняющие вопросы по изучаемому материалу. Из-за недостаточного количества аудиторных часов некоторые темы не удается осветить в полном объеме, поэтому преподаватель, по своему усмотрению, некоторые вопросы выносит на самостоятельную работу студентов, рекомендуя ту или иную литературу. Кроме этого, для лучшего освоения материала и систематизации знаний по дисциплине, необходимо постоянно разбирать материалы лекций по конспектам и учебным пособиям. В случае необходимости обращаться к преподавателю за консультацией.

Подготовка к практическим занятиям

При подготовке к практическим занятиям студент должен изучить теоретический материал по теме занятия (использовать конспект лекций, изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, при необходимости дополнить конспект, делая в нем соответствующие записи из литературных источников). В случае затруднений, возникающих при освоении теоретического материала, студенту следует обращаться за консультацией к преподавателю. Идя на консультацию, необходимо хорошо продумать вопросы, которые требуют разъяснения.

В начале практического занятия преподаватель знакомит студентов с темой, оглашает план проведения занятия, выдает задания. В течение отведенного времени на выполнение работы студент может обратиться к преподавателю за консультацией или разъяснениями. В конце занятия проводится прием выполненных заданий, собеседование со студентом.

Результаты выполнения практических зданий оцениваются в баллах, в соответствии с балльно-рейтинговой системой университета.

Перечень практических занятий (3 семестр)

Потенциометрический метод анализа

РАБОТА 1. Определение pH и щелочности природной воды.

РАБОТА 2. Определение нитрат- и фторид-ионов в образце.

Фотометрический метод анализа

РАБОТА 3. Определение меди в растворе аммиачным способом.

РАБОТА 4. Определение железа (III) в растворе роданидным методом.

Хроматографический анализ

РАБОТА 5. Разделение ионов Fe3+,Co2+ и Ni2+.

РАБОТА 6. Определение красителя кислотного фиолетового С в чернилах "Радуга-2"

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, Интернет-ресурсов, необходимых для освоения дисциплины

Основная литература

1. Жебентяев, А. И. Аналитическая химия. Химические методы анализа : учебное пособие / А.И. Жебентяев, А.К. Жерносек, И.Е. Талуть. — 2-е изд. — Минск : Новое знание ; Москва : ИНФРА-М, 2020. — 542 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-004685-3. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/1087946

2. Апарнев, А. И. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа : учебное пособие : [16+] / А. И. Апарнев, А. А. Казакова, Т. П. Александрова ; Новосибирский государственный технический университет. – Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2017. – 139 с. : табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=574619

3. Физико-химические методы анализа (исследования) : учебно-методическое пособие : [16+] / сост. Е. В. Короткая, И. В. Тимощук, Н. С. Голубева, А. К. Горелкина [и др.]. – Кемерово : Кемеровский государственный университет, 2019. – 168 с. : ил., схем., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=572784

Дополнительная литература

1. Громов, Н. В. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа: сборник задач с основами теории и примерами решений : учебное пособие : [16+] / Н. В. Громов, О. П. Таран ; Новосибирский государственный технический университет. – Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2018. – 112 с. : ил., табл., граф. – Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=576263

2. Физико-химические методы исследования материалов : учебно-методическое пособие : [16+] / В. В. Виноградов, А. В. Виноградов, М. И. Морозов [и др.] ; Университет ИТМО. – Санкт-Петербург : Университет ИТМО, 2019. – 74 с. : ил., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=566779

Интернет-ресурсы

1. Бесплатная электронная химическая библиотека [Электронный ресурс]. Режим доступа http://www.fptl.ru/Chem%20block_Biblioteka.html
2. Пестова Н.Ю. Физическая и коллоидная химия. Учебно-методическое пособие для студентов. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://www.superhimik.com/t9717-topic. – 2015.