

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

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой
Аналитической химии

Селеменов В.Ф.

15.06.2018 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДВ.1.1 Современные методы разделения и концентрирования веществ

Код и наименование дисциплины в соответствии с Учебным планом

1. Шифр и наименование направления подготовки/специальности:

04.06.01 химические науки

2. Профиль подготовки/специализации: 02.00.02 аналитическая химия

3. Квалификация (степень) выпускника: исследователь, преподаватель-исследователь

4. Форма образования: очная

5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины: Аналитической химии

6. Составители программы: Хохлов Владимир Юрьевич д.х.н., профессор
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

7. Рекомендована: НМС химического факультета № 5 от 24.05.2018
(наименование рекомендующей структуры, дата, номер протокола,

отметки о продлении вносятся вручную)

8. Учебный год: 2020 / 2021

Семестр: 6

9. Цели и задачи учебной дисциплины

Цель преподавания дисциплины - обучение теоретическим основам современных методов разделения и концентрирования веществ.

Задачи учебной дисциплины:

- с использованием полученных теоретических знаний и практических умений уметь правильно выбирать методы исследования для биологических объектов,
- разработать схему разделения и интерпретировать полученные результаты с привлечением методов обработки результатов эксперимента.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП: (цикл, к которому относится дисциплина, требования к входным знаниям, умениям и компетенциям, дисциплины, для которых данная дисциплина является предшествующей)

Вариативная часть. Обязательные дисциплины выбору.

Аспирант для изучения курса должен владеть основными представлениями неорганической, органической, аналитической, физической химии, физики.

В результате освоения дисциплины студенты должны овладеть углубленными представлениями методов разделения и концентрирования и методологией их использования, правилами работы с аналитическим оборудованием.

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	
ОПК-1	способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	<u>Знать</u> физико-химические основы и аппаратное оформление физико-химических методов разделения и концентрирования <u>Уметь</u> обоснованно выбирать наиболее оптимальных метод разделения для решения конкретной задачи и осуществить его на практике <u>Владеть</u> совокупностью принципов и правил, позволяющих обоснованно выбрать метод разделения и/или концентрирования
ПК-1	Способность к самостоятельному проведению научно-исследовательской работы и получению научных результатов, удовлетворяющих установленным требованиям	<u>Знать</u> принципы создания и реализации схем анализов сложных объектов <u>Уметь</u> методически правильно проводить эксперименты по разделению и концентрированию сложных смесей <u>Владеть</u> навыками самостоятельного проведения эксперимента и интерпретации полученных результатов

	содержанию диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук по научной специальности 02.00.02 аналитическая химия	
УК-1	способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	<u>Знать</u> области применения и возможности методов для их применения в смежных отраслях науки (физике, биологии, геологии) <u>Уметь</u> критически оценивать возможности изучаемых методов и получаемых результатов <u>Владеть</u> основами математических физических приемов оценки достоверности получаемых результатов
УК-4	готовность использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранных языках	<u>Знать</u> интернациональную систему обозначений и терминологию методов разделения и концентрирования <u>Уметь</u> пользоваться данной терминологией и понимать результаты процессов разделения и концентрирования, представленные на иностранном языке <u>Владеть</u> основами иностранного языка, позволяющими понимать информацию в области изучаемых методов разделения и концентрирования.

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/часах в соответствии с учебным планом — 2 / 72

Форма промежуточной аттестации(зачет/экзамен) Экзамен.

13. Виды учебной работы:

Вид учебной работы	Трудоемкость (часы)			
	Всего	По семестрам		
		№ сем. 6	№ сем.
Аудиторные занятия				
в том числе: лекции	4	4		
практические	–	–		
лабораторные	-	-		
Самостоятельная работа	68	68		
Форма промежуточной аттестации	Зачет	0		
Итого:	72	72		

13.1 Содержание разделов дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
1. Лекции		
1	Общая классификация методов разделения	Основные понятия. Методы разделения гетерогенных смесей. Общие принципы методов разделения гомогенных смесей веществ и их классификация.
2. Самостоятельная работа		
2.1	Методы разделения, основанные на образовании выделяемым веществом новой фазы	Методы, основанные на образовании твердой и жидкой фазы. Осаждение. Электроосаждение. Кристаллизация. Вымораживание. Селективное растворение. Методы, основанные на образовании газовой фазы. Отгонка из раствора. Отгонка в среде газообразного реагента. Упаривание, возгонка, дистилляция и ректификация.
2.2	Методы разделения, основанные на различиях в распределении веществ между фазами	Внутригрупповая классификация и общие характеристики методов. Жидкостная экстракция. Методы разделения, основанные на распределении веществ в системах жидкость - твердая фаза и газ – твердая фаза. Сорбция и её возможные механизмы. Молекулярная адсорбция и адсорбенты. Ионный обмен и ионообменные сорбенты. Комплексообразующая сорбция. Кристаллизационные методы. Методы разделения, основанные на распределении веществ в системе жидкость – газ. Газовая экстракция. Жидкостная абсорбция. Сверхкритическая флюидная экстракция.
2.3	Хроматографические методы разделения веществ	Теоретические основы хроматографии. Основные параметры хроматографического процесса. Тарелочная теория хроматографии. Диффузионно-кинетическая теория. Внутригрупповая классификация. Колоночная хроматография. Планарная хроматография. Хроматографическое разделение в условиях разнонаправленных потоков фаз. Хроматографические методы в зависимости от применяемой схемы разделения веществ. Газовая хроматография. Жидкостная хроматография. Их варианты.
2.4	Мембранные методы разделения веществ	Общие сведения о мембранах и мембранных методах разделения. Диффузионные методы. Электромембранные методы. Баромембранные методы
2.5	Методы внутрифазного разделения	Принципы внутрифазного разделения. Электрофорез. Проточное фракционирование в поперечном поле.
2.6	Комбинированные методы разделения	Общие принципы комбинированных методов. Оптические методы разделения. Хроматомембранные методы разделения. Электрохроматография.

13.2 Разделы дисциплины и виды занятий:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Виды занятий (часов)				Всего
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	
1	Общая классификация методов разделения	4	0	0	0	4
2	Методы разделения, основанные на образовании выделяемым веществом новой фазы	0	0	0	16	16
3	Методы разделения, основанные на различиях в распределении веществ между фазами	0	0	0	16	16
4	Хроматографические методы разделения веществ	0	0	0	16	16
5	Мембранные методы разделения веществ	0	0	0	6	6
6	Методы внутрифазного разделения	0	0	0	5	5
7	Комбинированные методы разделения	0	0	0	5	5
Итого:		4	0	0	68	72

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины
работа с конспектами лекций, использование интернет ресурсов, выполнение лабораторных работ.

15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины:

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Москвин Л. Н. Методы разделения и концентрирования в аналитической химии / Л.Н. Москвин, О.В. Родинков.- Долгопрудный : Интеллект, 2011.- 348 с.
2	Кристиан Г. Аналитическая химия : в 2 т. / Г. Кристиан ; пер. с англ. – М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. -Т.1. – 623 с.
3	Кристиан Г. Аналитическая химия : в 2 т. / Г. Кристиан ; пер. с англ. – М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009.- Т.2. – 504 с.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
4	Золотов Ю.А. Концентрирование микроэлементов / Ю.А. Золотов, Н.М. Кузьмин .— М. : Химия, 1982 .— 284 с.

5	Физическая химия : Теорет. и практ. руководство: учеб. пособие для студ. хим.-техн. специальностей вузов / под ред. Б. П. Никольского .— 2-е изд. , перераб. и доп. — Л. : Химия. Ленингр. отд-ние, 1987 .— 879 с.
6	Сорбционное концентрирование микрокомпонентов из растворов. Применение в неорганическом анализе / Ю.А. Золотов [и др.] ; Рос. акад. наук, Ин-т общ. и неорган. химии им. Н. С. Курнакова .— М. : Наука, 2007 .— 319 с.
7	Березкин В.Г. Газо-жидко-твердофазная хроматография / В.Г. Березкин .— М. : Химия, 1986 .— 111с.
8	<u>Хванг Сан-Так</u> . Мембранные процессы разделения = Membranes in separations / С.-Т. Хванг, К. Каммермейер ; пер. с англ. Е.П. Моргуновой, Ю.Н. Жилина; под ред. Ю.И. Дытнерского .— М. : Химия, 1981 .— 463с.
9	<u>Янча Йозеф</u> . Проточное фракционирование в поперечном поле. Анализ макромолекул и частиц / пер. с англ.: Ю.А. Эльтекова; под ред. В.Г. Березкина .— М. : Мир, 1992 .— 294с.
10	Москвин Л.Н. Хроматомембранные методы разделения веществ. Аналитические и технологические возможности/ Л.Н. Москвин // Российский химический журнал.-1996.- № 1.-С.67-76.

в) информационные электронно-образовательные ресурсы:

№ п/п	Источник
11	«Аналитика-Мир профессионалов» ИНТЕРНЕТ ПОРТАЛ ХИМИКОВ-АНАЛИТИКОВ http://www.anchem.ru/
12	Интернет-ресурсы по методам химического анализа - http://www.rusanalytchem.org
13	Интернет портал для химиков http://www.chemweb.com

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

№ п/п	Источник
1.	Газовая и высокоэффективная жидкостная хроматография : Практикум для студентов по специальности 011000- "Химия" / Воронеж. гос. ун-т. Каф. аналит. химии; Сост.: М.В. Матвеева, С.И. Карпов, О.Ф. Стоянова .— Воронеж, 2003 .— 31 с.
2.	Физико-химические методы анализа : Пособие по специальности 011000-Химия / Воронеж. гос. ун-т. Каф. аналит. химии; Сост.: В.А. Шапошник, В.Ю. Хохлов, Н.Я. Мокшина, В.Ф. Селеменев .— Воронеж, 2004 .— 35 с.
3.	Методы химического анализа окружающей среды : учебно-методическое пособие для студентов / Воронеж. гос. ун-т; сост. : В.И. Васильева, О.В. Григорчук, Н.Я. Мокшина .— Воронеж : ЛОП ВГУ, 2005 .— 59 с.

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

ноутбук Dell Inspiration, мультимедийный проектор EPSON

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

иономеры, спектрофотометр, фотоколориметр, хроматограф

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)
ОПК-1	<u>Знать</u> физико-химические основы и аппаратное оформление физико-химических методов разделения и концентрирования	все	
	<u>Уметь</u> обоснованно выбирать наиболее оптимальных метод разделения для решения конкретной задачи и осуществить его на практике	все	
	<u>Владеть</u> совокупностью принципов и правил, позволяющих обоснованно выбрать метод разделения и/или концентрирования	все	
ПК-1	<u>Знать</u> принципы создания и реализации схем анализов сложных объектов	все	
	<u>Уметь</u> методически правильно проводить эксперименты по разделению и концентрированию сложных смесей	все	
	<u>Владеть</u> навыками самостоятельного проведения эксперимента и интерпретации полученных результатов	все	
УК-1	<u>Знать</u> области применения и возможности методов для их применения в смежных отраслях науки (физике, биологии, геологии)	все	
	<u>Уметь</u> критически оценивать возможности изучаемых методов и получаемых результатов	все	
	<u>Владеть</u> основами математических физических приемов оценки достоверности получаемых результатов	все	
УК-4	<u>Знать</u> интернациональную систему обозначений и терминологию методов разделения и концентрирования.	все	
	<u>Уметь</u> пользоваться данной терминологией и понимать результаты процессов разделения и концентрирования,	все	

	представленные на иностранном языке		
	<u>Владеть</u> основами иностранного языка, позволяющими понимать информацию в области изучаемых методов разделения и концентрирования	все	
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

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
Аспирант в полной мере владеет понятийным аппаратом данной области науки (теоретическими основами дисциплины), способен иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований, применять теоретические знания для выбора схем разделения.	Повышенный уровень	Зачтено
Аспирант владеет понятийным аппаратом данной области науки (теоретическими основами дисциплины), способен выборочно предлагать методы для решения локальных задач.	Базовый уровень	Зачтено
Аспирант владеет частично теоретическими основами дисциплины, фрагментарно способен ориентироваться в изучаемых методах.	Пороговый уровень	Зачтено
Аспирант демонстрирует отрывочные, фрагментарные знания, допускает грубые ошибки.	–	Не зачтено

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 зачету:

1. Хроматографические методы Принцип методов. Основные понятия
2. Эффективность и селективность хроматографического разделения. Концепция теоретических тарелок и ее недостатки. Уравнение Ван-Деемтера. Общие подходы к оптимизации процесса хроматографического разделения веществ. Способы осуществления хроматографического процесса.
3. Газовая хроматография Газо-адсорбционная (газо-твердофазная) хроматография. Сущность метода. Химическое и адсорбционное модифицирование поверхности адсорбента. Влияние температуры на удерживание и разделение.

4. Газо-жидкостная хроматография. Принцип метода. Влияние природы жидкой фазы и разделяемых веществ на эффективность разделения. Высокоэффективная капиллярная газовая хроматография.
5. Сверхкритическая флюидная хроматография. Сущность, особенности, применение.
6. Высокоэффективная жидкостная хроматография. Сущность метода. Влияние природы и состава элюента на эффективность разделения.
7. Ионообменная хроматография. Неорганические и органические ионообменники и их свойства. Комплексообразующие ионообменники. Кинетика и селективность ионного обмена. Влияние природы и состава элюента на селективность разделения веществ.
8. Ионная хроматография. Особенности метода. Двухколоночный и одноколоночный варианты метода.
9. Аффинная хроматография. Специфика метода, применяемые адсорбенты. Условия проведения процесса разделения. Области применения.
10. Эксклюзионная хроматография. Особенности механизма удерживания молекул. Характеристики сорбентов и подвижных фаз. Возможности и примеры применения.
11. Плоскостная хроматография. Сущность метода и области применения.
12. Другие методы разделения и концентрирования. Процессы и реакции, лежащие в основе методов.
13. Классификация методов разделения и концентрирования. Термодинамические и кинетические характеристики разделения и концентрирования.
14. Количественные характеристики разделения и концентрирования: коэффициент распределения, степень извлечения, коэффициенты разделения и концентрирования.
15. Сочетание разделения и концентрирования с методами определения. Принципы выбора метода.
16. Экстракция как процесс и метод, ее значение в аналитической практике. Сущность метода. Закон распределения. Основные количественные характеристики. Способы осуществления экстракции.
17. Осаждение и соосаждение.
18. Электрохимические методы. Классификация. Электровыделение, цементация, электрофорез, изотахофорез.
19. Мембранные методы разделения. Электромембранные и баромембранные методы.

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 промежуточной аттестации.

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, позволяющие оценить степень сформированности умений.

При оценивании используются критерии оценивания компетенций. Критерии оценивания приведены выше.