

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Кубанский государственный университет»

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе,
качеству образования – первый
проректор



_____ Хагуров Т.А.

» _____ 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДВ.02.02 " Теория и практика ИСР спектрометрии "

Направление подготовки - **04.04.01 «Химия»**

Направленность - **Аналитическая химия**

Квалификация выпускника – **магистр**

Форма обучения - **очная**

г. Краснодар
2019

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 04.04.01 «Химия», направленность «Аналитическая химия».

Рабочую программу составил:

Профессор кафедры аналитической химии, д.х.н., профессор

М.Ю. Бурьлин



Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры аналитической химии
« 6 » мая 2019 г. протокол № 6
Заведующий кафедрой аналитической химии



З.А. Темердашев

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета
«16 » мая 2019 г. Протокол № 6.
Председатель УМК факультета Т.П. Стороженко



Эксперт:
Н.Н. Петров,
к.х.н., генеральный директор ООО
"Интеллектуальные композиционные решения "

1. Цели и задачи освоения дисциплины

1.1. Цель дисциплины:

- овладение магистрантами современными теоретическими представлениями и практическими навыками по применению в научно-исследовательской работе и производственной деятельности современных методов спектрального анализа (ИСП-АЭС и МС-ИСП) для решения актуальных аналитических задач в различных областях науки, производства и жизнедеятельности человека.

1.2. Задачи:

- ознакомление с особенностями методов ИСП-АЭС и МС-ИСП, их возможностями, преимуществами и ограничениями, способами интерпретации измеряемых аналитических сигналах;
- формирование у магистрантов умений систематизировать полученные знания по реализации схем ИСП-АЭС и МС-ИСП анализа конкретных веществ и материалов;
- развитие мыслительных и творческих способностей магистрантов при разработке аналитических методик с применением методов ИСП-АЭС и МС-ИСП.

1.3 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина Б1.В.ДВ.02.02 «Теория и практика ИСР спектрометрии» относится вариативной части (дисциплина по выбору) Блока 1 "Дисциплины" учебного плана и является логическим продолжением разделов базовой (Б1.Б.4) части и служит основой для последующего изучения разделов обязательной (Б1.Б.3), вариативной и курсов по выбору ООП. Она логически и информационно связана со следующими дисциплинами:

- «Современная аналитическая химия»;
- «Актуальные задачи современной химии»;
- «Объекты окружающей среды и их аналитический контроль».

1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

№ п.п	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
1	ПК-2	Способность осуществлять научно-исследовательскую деятельность по решению фундаментальных и прикладных задач аналитической химии с использованием теоретических и практических знаний и навыков в избранной области химии	Современный теоретический уровень и возможности спектральных методов анализа (масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой, атомно-эмиссионной спектрометрии	Работать на современном аналитическом спектральном оборудовании (атомно-эмиссионный спектрометр, ИСП-МС); выполнить аналитические определения по известным	Опытом исследовательской работы на серийном спектральном оборудовании, применяемой в аналитических исследованиях

№ п.п	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
			с индуктивно связанной плазмой).	методикам; интерпретировать результаты измерений.	

2. Структура и содержание дисциплины

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 6 зачетных единицы (216 часов), из них аудиторных занятий 62 часа (28 часов лекционных, 34 часа лабораторных, 118 часов самостоятельной работы). Их распределение по видам работ представлено в таблице:

Вид учебной работы		Всего часов	Семестры (часы)	
			-	3
Контактная работа, в том числе:		62,3		62,3
Аудиторные занятия (всего):			-	
Занятия лекционного типа		28	-	28
Лабораторные занятия		34	-	34
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)		-	-	-
Иная контактная работа:				
Промежуточная аттестация (ИКР)		0,3	-	0,3
Самостоятельная работа, в том числе:				
Курсовая работа		-	-	-
Проработка учебного (теоретического) материала		100	-	100
Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)		-	-	-
Реферат		-	-	-
Подготовка к текущему контролю		18	-	18
Контроль:				
Подготовка к экзамену		35,7	-	35,7
Общая трудоёмкость	час.	216	-	216
	в том числе контактная работа	62,3	-	62,3
	зач. ед	6	-	6

2.2 Структура дисциплины.

Распределение видов учебной работы и их трудоёмкости по разделам дисциплины.

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Самостоятельная работа
			Л	ПЗ	ЛР	

1	2	3	4	5	6	7
1	Теория метода атомно-эмиссионного спектрального анализа с индуктивно связанной плазмой	46	8		14	24
2	Введение в масс-спектрометрию с индуктивно связанной плазмой	48	4		20	24
3	Атомное строение вещества и образование атомных и молекулярных ионов	26	6		-	20
4	Основы устройства и работы масс-спектрометров с индуктивно связанной плазмой	28	4		-	24
5	Ионная оптика масс-спектрометров с индуктивно связанной плазмой	32	6		-	26
	Итого по дисциплине:		28		34	118

2.3 Содержание разделов дисциплины

2.3.1 Занятия лекционного типа

№ раздела	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1	Теория метода атомно-эмиссионного спектрального анализа с индуктивно связанной плазмой	Возбуждение и поглощение света, строение атома, линии излучения, индуктивно-связанная плазма в качестве источника возбуждения спектров эмиссии, характеристика плазмы, процесс горения плазмы, формирование аналитического сигнала, регистрация аналитического сигнала, методы количественного анализа в АЭС-ИСП, оптимизация условия определения, требования к анализируемым пробам, помехи и способы их устранения, техника работы на спектрометрах.	Опрос
2	Введение в масс-спектрометрию с индуктивно связанной плазмой	Появление метода, его применение, достоинства метода, недостатки метода, сравнение с другими методами, распространение метода в мире и в России, информационная поддержка метода.	Собеседование
3	Атомное строение вещества и образование атомных и молекулярных ионов	Строение атома; элементарные частицы; дефект масс; электронная оболочка атома; изотопы; атомная масса элемента; молекулы. Термический нагрев моноатомных газов; термический нагрев молекулярных газов; нагрев газов электромагнитными полями; физические свойства плазмы. Общие сведения о процессах испарения, диссоциации, атомизации и ионизации; влияние операционных параметров плазменной горелки спектрометра на процессы ионизации; образование положительных однозарядных и двухзарядных атомных ионов; образование полиатомных	Опрос

		ионов (оксидные, гидроксидные, гидридные ионы; аргиды); образование отрицательных ионов; физические особенности и достоинства индуктивно связанной плазмы как источника ионов для масс-спектрометрии.	
4	Основы устройства и работы масс-спектрометров с индуктивно связанной плазмой	Блок-схема спектрометра с квадрупольным масс-анализатором; индуктивно связанная плазма; основные внутренние и периферийные компоненты генератора высокочастотной индуктивно связанной плазмы, назначение плазменной горелки масс-спектрометра; конструкционная горелки спектрометра и ее расположение относительно интерфейса спектрометра; процессы зажигания и функционирования плазменной горелки; процессы при трансформации водного аэрозоля при движении его по горелке и факелу плазмы; физические характеристики факела плазмы.	Собеседование
5	Ионная оптика масс-спектрометров с индуктивно связанной плазмой	Этапы развития ионной оптики в МС-ИСП, симметричная оптика, система сэмплер–скиммер, обеспечение условий вакуумирования оптики, несимметричная ионная оптика, устройства и узлы управления ионным пучком, технические характеристики для описания ионной оптики.	Опрос

2.3.2 Занятия семинарского типа

(учебным планом занятия семинарского типа не предусмотрены)

2.3.3 Лабораторные занятия

В основе построения лабораторного практикума «Теория и практика ИСП спектрометрии» заложены современные достижения методов атомно-эмиссионной спектрометрии с индуктивно связанной плазмой, масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой; теоретические представления формирования эмиссионных спектров и ионов в индуктивно связанной плазме.

№	Тема	Час.
1.	Определение элементов в образцах почв и пищевых продуктов методом АЭС-ИСП	14
2.	МС-ИСП определение примесных компонентов в природных объектах и пищевых продуктах	14

2.3.4 Примерная тематика курсовых работ

(Курсовые работы – не предусмотрены)

2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы студентов, обучающихся по дисциплине

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставля-

ются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла,
- в печатной форме на языке Брайля.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

3. Образовательные технологии

Для формирования профессиональных компетенций в процессе освоения курса используется технология профессионально-развивающего обучения, предусматривающая не только передачу теоретического материала, но и стимулирование и развитие продуктивных познавательных действий студентов (на основе психолого-педагогической теории поэтапного формирования умственных действий). Активизации и интенсификации познавательного процесса способствуют использование моделирование проблемных ситуаций, мультимедийные презентации в лекционном курсе. В рамках лабораторных занятий проводится устный опрос освоенного материала и обсуждение в студенческих исследовательских группах результатов измерений.

Семестр	Вид занятий (Л, ПР, ЛР)	Используемые интерактивные образовательные технологии	Количество часов
3	Л	Моделирование проблемных ситуаций, лекция-конференция	2
	ПЗ	–	–
	ЛР	Устный опрос освоенного материала и обсуждение в студенческих исследовательских группах результатов измерений	4
	Итого:		6

4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Текущий контроль осуществляется в устной форме в процессе выполнения лабораторных работ. Промежуточный контроль проводится в виде опроса и собеседования при сдаче лабораторных работ. Итоговый контроль осуществляется в виде экзамена.

4.1 Примеры вопросов для собеседования и текущего контроля успеваемости.

1. Кратко рассказать об истории появления метода МС-ИСП и перечислить его достоинства и недостатки.

2. Провести сравнение возможностей МС-ИСП и другими инструментальными методами.

3. Что является критерием возникновения стационарного индукционного разряда и как это реализуется на практике?

4. Как влияют операционные параметры на закономерности процесса ионизации?

5. Какие закономерности образования положительных однозарядных атомных ионов?
6. Какие закономерности образования двухзарядных атомных ионов?
7. Какие закономерности образования полиатомных ионов?
8. Симметричная ионная оптика. Отбор пробы плазмы в ионную оптику.
9. Обеспечение вакуумной системой ионной оптики масс-спектрометров с ИСП.
10. Ассиметричная ионная оптика масс-спектрометров с ИСП.

4.2. Пример экзаменационного билета

КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет химии и высоких технологий
Экзамен по дисциплине “Теория и практика ИСП спектроскопии”
Направление подготовки – 04.04.01 Химия
Профиль подготовки – «Аналитическая химия»

Билет № 1

1. Устройство и узлы симметричной ионной оптики ИСП масс-спектрометров.
2. Физические свойства плазмы.

Заведующий кафедрой
аналитической химии
д.х.н., профессор

_____ З.А. Темердашев

5. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1. Основная литература

1. Бёккер Ю. Спектроскопия. Под ред. А.А. Пупышева, М.В. Поляковой. – М.: Техносфера, 2009.
2. Кристиан Г. Аналитическая химия в 2 т. Т. 2. – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2015. – 504 с.
3. Васильева, В.И. Спектральные методы анализа. Практическое руководство [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.И. Васильева, О.Ф. Стоянова, И.В. Шкутина, С.И. Карпов ; под ред. Селеменова В.Ф., Семенова В.Н.. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2014. — 416 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/50168>

5.2. Дополнительная литература

1. Отто М. Современные методы аналитической химии. – М.: Техносфера, 2008. – 281 с.
2. Мак-Махон Дж. Аналитические приборы. Руководство по лабораторным, портативным и миниатюрным приборам. – СПб.: Центр образовательных программ Профессия, 2009. – 366 с.
3. <https://e.lanbook.com/reader/journalArticle/183860/#1>
МАКАРОВ В.А. - ЭМИССИОННЫЙ СПЕКТРОМЕТР С ИНДУКТИВНО-СВЯЗАННОЙ ПЛАЗМОЙ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ ICAP 6300. Литье и металлургия - 2011г. №1

5.3. Периодические издания

1. «Журнал аналитической химии»
2. «Заводская лаборатория. Диагностика материалов»

3. «Аналитика и контроль»

6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

1. Масс-спектрометрия с индуктивно-связанной плазмой. Образовательный ресурс. <http://www.icp-ms.ru/>
2. «Обучение инструментальным методам анализа без учебника». Сборник ссылок на сетевые ресурсы по аналитическим методам химии. http://www.asdlib.org/onlineArticles/ecourseware/Spudich/Spudich_AS DL_Chem520.pdf
3. Российский химико-аналитический портал. <http://www.anchem.ru/>
4. Библиографическая и реферативная база данных научных статей «Scopus». <http://www.scopus.com/>
5. Брошюра фирмы «PerkinElmer» «Сравнение аналитических возможностей методов атомной спектрометрии». http://www.perkinelmer.com/PDFs/downloads/BRO_WorldLeaderAAICPMSICPMS.pdf
6. Веб-ресурс издательства «Wiley»: новости, вебинары, книги, учебные материалы, видео по спектрометрическим методам. <http://www.spectroscopynow.com/>
7. Журнал «Spectrochimica Acta, Part B: Atomic Spectroscopy», издательство Elsevier, Нидерланды. <http://www.sciencedirect.com/science/journal/05848547>
8. Журнал «Analytical Methods», издательство RSC, Великобритания. <http://www.rsc.org/journals-books-databases/about-journals/analytical-methods/>
9. Журнал «Journal of Analytical Atomic Spectrometry», издательство RSC, Великобритания. <http://pubs.rsc.org/en/journals/journalissues/ja#!recentarticles&adv>

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Общие рекомендации

Успешное освоение дисциплины предполагает активное, творческое участие студента путем планомерной, повседневной работы.

Изучение дисциплины следует начинать с проработки рабочей программы, особое внимание, уделяя целям и задачам, структуре и содержанию курса.

Работа с конспектом лекций

Просмотрите конспект сразу после занятий, отметьте материал конспекта лекций, который вызывает затруднения для понимания. Попытайтесь найти ответы на затруднительные вопросы, используя рекомендуемую литературу. Если самостоятельно не удалось разобраться в материале, сформулируйте вопросы и обратитесь за помощью к преподавателю на консультации или ближайшей лекции.

Регулярно отводите время для повторения пройденного материала, проверяя свои знания, умения и навыки по контрольным вопросам.

Выполнение лабораторных работ

На занятии получить у преподавателя график выполнения лабораторных работ. Обзаведитесь всем необходимым методическим обеспечением.

Перед посещением лаборатории изучите теорию вопроса, предполагаемого к исследованию, ознакомьтесь с руководством по соответствующей работе и подготовьте протокол проведения работы, в который занесите:

- название работы;
- заготовки таблиц для заполнения экспериментальными данными наблюдений;
- уравнения химических реакций превращений, которые будут осуществлены при выполнении эксперимента;
- расчетные формулы.

Оформление отчетов должно проводиться после окончания работы в лаборатории.

Для подготовки к защите отчета следует проанализировать экспериментальные ре-

зультаты, сопоставить их с известными теоретическими положениями или справочными данными, обобщить результаты исследований в виде выводов по работе, подготовить ответы на вопросы, приводимые в методических указаниях к выполнению лабораторных работ.

8. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

– атомно-эмиссионный спектрометр с индуктивно связанной плазмой iCap (Thermo Scientific, USA).

– масс-спектрометр с индуктивно связанной плазмой ISP-MS XSeries2 (Thermo Scientific, USA).

Для студентов должны быть доступны персональные компьютеры с пакетом необходимых программ.

Занятия по дисциплине проводятся в специализированных (приспособленных) учебных аудиториях. Для проведения лекций используются аудитории лекционного типа. Лекционная аудитория должна быть оснащена оборудованием для демонстрации электронных презентаций.

Для проведения лабораторных работ используются специализированные лаборатории, оснащенные вышеуказанным аналитическим оборудованием.

Самостоятельная работа студентов осуществляется в читальных залах библиотеки КубГУ, зале реферативных журналов, вычислительном центре КубГУ, а также в других аудиториях факультета химии и высоких технологий с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечения доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.