МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
"КАЗАНСКИЙ (ПРИВОЛЖСКИЙ) ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ"
Химический институт им.А.М.Бутлерова

«УТВЕРЖДАЮ»
Проректор по научной деятельности КФУ
проф. Д.К.Нургалиев
" 27 " 03 2015 г

Программа дисциплины

Б1.В.ОД.7 - Аналитическая химия

Направление подготовки: 04.06.01 - Химические науки

Профиль подготовки: 02.00.02 – Аналитическая химия
Квалификация выпускника «Исследователь. Преподаватель-исследователь»
Форма обучения: заочная
Язык обучения: русский

Казань 2015

1. Краткая аннотация

Курс посвящен теоретическим основам аналитической химии, ее особенностям, связи с другими науками и ее практической значимости, аналитическим возможностям основных типов химических реакций, приемов разделения, идентификации и количественного определения веществ, используемых в аналитической практике. В результате освоения данной дисциплины будут сформированы представления о современных физических методах анализа и исследования структуры и состава веществ, методах химического и биохимического анализа, о принципах функционирования современных аналитических приборов, их использовании для решения конкретных аналитических задач. При освоении дисциплины аспиранты получают обзорные знания о перспективах развития методов анализа и аналитических устройств, о метрологических основах химического анализа, об анализе конкретных образцов. Целями освоения дисциплины «Аналитическая химия» являются приобретение профессиональных знаний в области аналитической химии, подготовка к научно-исследовательской и педагогической деятельности, связанной с применением химических, физических и биологических методов анализа при проведении исследований в области аналитической, органической, физической химии, биохимии, биотехнологии, нанотехнологии, а также в медицине, пищевой промышленности и эколого-аналитическом контроле.

2. Место дисциплины в структуре программы аспирантуры

Дисциплина «Аналитическая химия» относится к вариативной части учебного цикла Б1.В (Б1.В.ОД – обязательные дисциплины). Она базируется на знаниях и умениях, выработанных при прохождении общих профессиональных курсов «Аналитическая химия» (ионные равновесия в растворе, окислительно-восстановительные реакции, инструментальные методы анализа) и «Физическая химия» (сорбционные явления, катализ) в рамках магистерской программы образования, бакалавриата или специалитета по направлениям подготовки «020201.65 Фундаментальная и прикладная химия» и 020100.62 «Химия». Полученные при освоении дисциплины знания и умения облегчают подготовку к кандидатскому экзамену по специальности по профилю «Аналитическая химия».

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) в соответствии с ФГОС ВО программ подготовки научно педагогических кадров в аспирантуре

Знать:

Знать основные принципы физических, химических и биологических методов анализа и основные направления их использования в различных областях науки и техники;

Уметь:

Уметь самостоятельно ставить задачи по практическому применению методов анализа для решения конкретных аналитических задач.

Владеть:

Владеть навыками планирования исследований структуры и состава анализируемых образцов для решения конкретных аналитических задач, навыками проведения качественного и количественного анализа.

Демонстрировать способность и готовность:

Демонстрировать способность и готовность применять полученные знания на практике, использовать основные понятия и закономерности аналитической химии в профессиональной деятельности, проводить расчеты и оценку метрологических характеристик методов количественного анализа.

В результате освоения дисциплины формируются компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
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
УК-2	способность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки
УК-3	готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач
УК-4	готовностью использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках
УК-5	Способностью планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития
ОПК-1	способностью самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий
ОПК-2	готовностью организовать работу исследовательского коллектива в области химии и смежных наук
ОПК-3	готовностью к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования
ПК-1	умением применять основные законы химии при обсуждении полученных результатов, в том числе с привлечением информационных баз данных
ПК-2	Способностью анализировать полученные результаты, делать необходимые выводы и формулировать предложения
ПК-3	владением методами планирования, регистрации и обработки результатов химического эксперимента, основными синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций
ПК-4	владением современными компьютерными технологиями, применяемыми при обработке результатов научных экспериментов и сборе, обработке, хранении и передачи информации при проведении самостоятельных научных исследований
ПК-5	формированием опыта профессионального участия в научных дискуссиях, умением представлять полученные в исследованиях результаты в виде отчетов и научных публикаций
ПК-6	Способностью организовать и проводить исследования в рамках химических и смежных специальностей

4. Структура и содержание дисциплины (модуля)

4.1. Распределение трудоёмкости дисциплины (в часах) по видам нагрузки обучающегося и по разделам дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часов.
Форма промежуточной аттестации по дисциплине: экзамен в 5 семестре.

№	Раздел Дисциплины	Семестр	Лекции (в часах)	Самостоя-тельная работа (в часах)	Форма промежуточной аттестации
1	Предмет аналитической химии. Основные характеристики методов определения. Метод и методика. Химические, физические и биологические методы аналитической химии. Виды химического анализа. Химические методы. Количественные характеристики равновесий. Кислотно- основное равновесие. Окислительно- восстановительное равновесие. Комплексообразование. Типы комплексных соединений, используемых в химическом анализе. Процессы осаждения. Коллоидные системы. Органические реагенты в химическом анализе. Гравиметрические методы анализа. Важнейшие неорганические и органические осадители. Титриметрические методы анализа. Виды титрования. Кривые титрования. Кислотно-основное, окислительно-восстановительное, осадительное, комплексометрическое титрование.	5	2	30	
2	Кинетические методы анализа. Методы определения концентрации индикаторных веществ. Биологические методы анализа. Индикаторные организмы, их типы. Аналитический сигнал и способы его регистрации. Биохимические методы анализа. Биосенсоры и ферментные электроды. Сущность иммунных методов. Методы регистрации аналитического сигнала биохимических и иммунных методах.	5	2	30	Тестирование по разделам 1-2
3	Электрохимические методы анализа. Теоретические основы. Классификация электрохимических методов. Потенциометрия. Потенциометрическое титрование. Кулонометрия. Вольтамперометрия и полярография. Прямые и косвенные вольтамперометрические методы. Физические методы анализа. Методы молекулярной и атомной оптической спектроскопии. Масс-спектрометрия. Хромато-масс- спектрометрия. Хроматографические методы анализа. Методы	5	2	30	Тестирование по разделу 3
4	Метрология и хемометрика Анализ конкретных образцов	5	1	11	
ИТОГО			7	101	экзамен

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Предмет аналитической химии. Основные характеристики методов определения. Метод и методика. Классификация методов аналитической химии. Классификация методов анализа по общим параметрам, способу регистрации сигнала, способу измерения и объекту аналитического контроля. Физические, или инструментальные методов анализа. Методы пробоотбора, пробоподготовки, обнаружения и определения. Предмет анализа. Классификация проб. Характеристики пробы. Аналитический сигнал. Полезный и фоновый сигнал. Методика анализа. Градуировочная (калибровочная) функция. Градуировочный график. Чувствительность метода и диапазон определяемых концентраций. Предел обнаружения. Химический анализ. Области применения химического анализа. Связь успехов биологии, медицины, фармакологии с уровнем развития химического анализа. Современные изменения аналитической химии как науки: ее возможностей, расширение областей применения. Теоретические основы аналитической химии и фундаментальные законы естествознания. Периодический закон Д.И.Менделеева, законы сохранения массы и энергии вещества, закон действующих масс. Связь аналитической химии с физикой, неорганической, органической, физической, коллоидной химией, химической термодинамикой, теорией растворов, электрохимией и другими химическими науками. Связь аналитической химии с достижениями биологии и физики. Абсолютные и относительные методы анализа. Многомерные варианты методов анализа.

Химические, физические и биологические методы аналитической химии. Виды химического анализа. Классификация методов по способу регистрации сигнала: химические, физические и биологические. Классификация методов в соответствии с природой частиц: молекулярная, атомная, ядерная спектроскопия для спектроскопических методов. Классификация методов по способу модуляции сигнала: вольтамперометрия, потенциометрия, кулонометрия в электрохимических методах анализа, эмиссионная, абсорбционная спектроскопия в спектральных методах. Классификация биологических методов: биотестирование, биоиндикация, микробиологический анализ, биосенсоры. Классификация по объекту анализа с учетом агрегатного состояния, химической природы, происхождения объекта, его распространенности и важности, степени чистоты. Выбор конкретного метода анализа и методики определения. Качественный и количественный анализ. Методы разделения и обнаружения (идентификации) веществ. Аналитический сигнал.

Химические методы. Количественные характеристики равновесий. Кислотно основное равновесие. Окислительно-восстановительное равновесие. Кислотно-основные реакции при проведении систематического и дробного анализа. Использование реакций для открытия катионов. Отличительные свойства гомогенной системы. Составные части гомогенной системы. Применение кислотно-основных реакций для разделении ионов. Теории кислот и оснований. Протолитическая теория Бренстеда и Лоури. Теория Аррениуса. Понятие о степени электролитической диссоциации. Связь между константой диссоциации и степенью электролитической диссоциации - закон разбавления Оствальда. Особенности теории Аррениуса. Буферное действие кислот и оснований и их смесей. Водородные и апротонные кислотно-основные теории. Апротонные теории: теории Льюиса и Усановича. Константы диссоциации кислоты или основания и константы диссоциации растворителя. Термодинамические и концентрационные константы равновесия кислотно-основных реакций. Реальные и условные концентрационные константы. Ионная сила раствора.

Комплексообразование. Типы комплексных соединений, используемых в химическом анализе. Процессы осаждения. Коллоидные системы. Применение реакций комплексообразования для решения задач аналитической химии: для обнаружения и разделения ионов металлов, маскирования, концентрирования растворов ионов металлов, для их количественного определения. Использование органических реагентов. Особенности комплексных соединений: сложность состава, устойчивость пространственной конфигурации, наличие центральной частицы, отличие свойств иона комплексообразователя и лиганда в комплексном соединении от свободных компонентов. Координационное число. Понятие о моно- и полидентатных лигандах. Ступенчатое комплексообразование. Константы устойчивости. Маскирование термодинамическое (равновесное) и кинетическое (неравновесное). Индекс маскирования.

Органические реагенты в химическом анализе. Гравиметрические методы анализа. Важнейшие неорганические и органические осадители. Роль и место органических реагентов в аналитических определениях. Преимущества органических реагентов по сравнению с неорганическими: высокая устойчивость соединений, высокая избирательность действия, хорошая растворимость в органических растворителях. Органические реагенты в качестве индикаторов. Теория ЖМКО. Хромофорные группы. Аусохромные группы. Сульфосалициловая кислота – используется как маскирующий реагент и как индикатор при определении ионов железа (Ш). Диметилглиоксим известен как реагент для определения Ni^{2+}. Этилендиаминтетрауксусная кислота используется для определения Cr^{3+} в виде слабофиолетового комплекса. 8 – оксихинолин (гидрооксихинолин) – реагент общего действия (определяют до 40 элементов). Ацетилацетон (дикетон) – комплексообразование с более чем 50 элементами. Серосодержащие реагенты: тиомочевина, дитиокарбаминаты, дитиофосфаты, дитизон (дифенилтиокарбазон). Тиомочевина - селективно действует на благородные металлы. Используется как серосодержащий реагент, заменяющий H_2S. Дитиокарбаминаты экстрагируются металлы, имеющие сродство к S и образующие сульфиды. Дитиофосфаты - устойчивые комплексы с ионами металлов, имеющими заполненные или частично заполненные d–орбитали. Дитизон (дифенилтиокарбазон) - комплексы со многими ионами металлов.

Титриметрические методы анализа. Виды титрования. Кривые титрования. Необходимость в быстрых и доступных способах определения концентраций веществ как условие развития химической промышленности. История развития титриметрии. Вклад в развитие титриметрии Гей-Люссака, Мора, Оствальда. Работы Шварценбаха. Современное развитие методов титриметрии. Титриметрия в среде органических растворителей. Требования к реакциям в титриметрии. Реакции, применяемые в титриметрии: кислотно основные, окислительно-восстановительные реакции, комплексообразования, осаждения. Стандартный раствор. Первичные и вторичные стандартные растворы. Требования, предъявляемые к первичным стандартам. Способы проведения титриметрических определений: прямое титрование, обратное и методом замещения. Приемы титрования: метод отдельных навесок и метод пипетирования. Точка эквивалентности. Конечная точка титрования. Обнаружение точки эквивалентности. Индикаторы: кислотно-основные, окислительно-восстановительные, металлохромные и адсорбционные. Систематическая ошибка титрования. Условие выбора индикатора. Кривые титрования. Способы построения кривых титрования.

Кислотно-основное, окислительно-восстановительное, осадительное, комплексометрическое титрование. Применение кислотно-основного титрования. Расчет pH. Граничные условия применения кислотно-основного титрования Погрешность определения. Возможности титрования смесей кислот. Индикаторы в кислотно-основном титровании. Окислительно-восстановительные реакции как самый сложный тип реакций из используемых в аналитических целях. Уравнение Нернста. Стандартный окислительно восстановительный потенциал. Стандартный водородный электрод. Направление окислительно-восстановительных реакций. Понятие о реальном (формальном) потенциале. Величина скачка потенциалов на кривых титрования. Зависимость скачка потенциалов от числа электронов. Титрование растворами комплексонов. Варианты проведения комплексонометрического титрования. Металлохромные индикаторы. Требования к индикаторам в комплексонометрии. Метод осадительного титрования. Константа растворимости. Методы осадительного титрования, отличающиеся способом фиксирования точки эквивалентности: метод Гей-Люссака, метод Мора, метод Фольгарда, метод Фаянса.

Тема 2. Кинетические методы анализа. Методы определения концентрации индикаторных веществ. Зависимость скорости химических реакций от концентраций реагирующих веществ. Некаталитические и каталитические методы. Индикаторная реакция. Влияние на скорость реакции температуры, природы растворителя и ионного состава анализируемой смеси. Концентрация определяемого вещества во время опыта в каталитических методах. Кинетическое уравнение. Метод тангенсов, метод фиксированной концентрации, метод фиксированного времени. Каталитические методы. Применение для определения следовых количеств веществ. Селективность каталитических методов. Определение катализаторов, ингибиторов и активаторов индикаторных реакций. Использование ферментативных реакций. Требования, предъявляемые к каталитическим индикаторным реакциям. Преимущества и недостатки каталитических методов. Области применения каталитических методов. Каталитические методы в развитии тест-методов.

Механизм каталитических реакций. Каталитические ферментативные методы анализа. Метод каталиметрического титрования.

Биологические методы анализа. Индикаторные организмы, их типы. Аналитический сигнал и способы его регистрации. Биотестирование. Тест-объекты. Достоинства биотестирования. Виды биотестирования: морфофизиологический и хемотаксический. Биотестирование как метод оценки токсичности водной среды. Оценка уровня токсичности загрязнения водной среды. Гидробионты для биотестирования - водоросли, микроорганизмы, беспозвоночные рыбы. Условие правильного проведения биотестирования. Биоиндикация. Оценка качества среды обитания и ее отдельных характеристик по состоянию ее биоты в природных условиях. Списки индикаторных организмов. Биоиндикатор. Биоиндикация загрязнения водоемов. Лихеноиндикация. Основная задача биоиндикации.

Биохимические методы анализа. Биосенсоры и ферментные электроды. Сущность иммунных методов. Методы регистрации аналитического сигнала в биохимических и иммунных методах. Биосенсоры. Конструирование биосенсора. Иммобилизация биологического компонента. Выбор условий регистрации аналитического сигнала. Аналитические и операционные характеристики биосенсора. Классификация биосенсоров по природе биохимического компонента: ферментные биосенсоры (фермент, ферментсодержащий материал - гомогенат тканей или экстракт из них), иммуносенсоры (антитела и антигены), микробные сенсоры (культуры микроорганизмов), ДНК-сенсоры (нуклеиновые кислоты и их производные). Биосенсоры классифицируют по используемому преобразователю сигнала: амперометрические, потенциометрические, кондуктометрические, оптические биосенсоры, пьезокварцевое микровзвешивание, микроэлектромеханические системы.

Тема 3. Электрохимические методы анализа. Теоретические основы. Классификация электрохимических методов. Потенциометрия. Потенциометрическое титрование. Электрохимические методы анализа включают потенциометрию, вольтамперометрию, кулонометрию и кондуктометрию. Теоретические основы потенциометрии. Ионоселективные электроды. Вольтамперометрия и полярография. Кулонометрические методы и электрогравиметрия. Кондуктометрические методы и спектроскопия электрохимического импеданса (импедиметрия). Двойной электрический слой на границе электрод – раствор. Уравнение Нернста. Гальваническая ячейка. Электрод сравнения. Электрод первого рода. Электроды второго рода. Инертный металлический электрод. Водородный электрод. Ионоселективные электроды. Классификация ИСЭ: мембранные, кристаллические и газочувствительные. Стеклянный электрод. Прямая потенциометрия, косвенная потенциометрия, потенциометрическое титрование. Особенности потенциометрического титрования. Уравнение Никольского-Эйзенмана. Потенциометрическая селективность Методы смешанных и раздельных растворов.

Кулонометрия. Вольтамперометрия и полярография. Прямые и косвенные вольтамперометрические методы. Вольтамперограф. Рабочий (индикаторный) электрод. Вспомогательный электрод и электрод сравнения. Амперометрия, или хроноамперометрия. Двухэлектродная ячейка. Вольтамперограмма. Качественные и количественные параметры. Линейная постояннотоковая вольтамперометрия. Фарадеевские токи. Ёмкостные (нефарадеевские) токи. Стационарные электроды из металлов и углеродных материалов. Уравнение Рэндлса-Шевчика. Циклическая вольтамперометрия. Модификация электрода. Амальгамные электроды. Химически модифицированные электроды. Электрокаталитические, сорбционные, биохимические, защитные и селективные модифицирующие покрытия. Ультрамикроэлектроды. Инверсионная вольтамперометрия. Дифференциально-импульсная вольтамперометрия.

Физические методы анализа. Методы молекулярной и атомной оптической спектроскопии. Спектрофотометрия. Спектры молекул (полосатые спектры). Регистрация спектров. Устройство спектрофотометров. Количественный спектрофотометрический анализ. Закон аддитивности и закон Бугера-Ламберта-Бера. Коэффициент молярного поглощения. Отклонения от закона. Химические причинамы нарушения линейности. Оптимальный диапазон оптических плотностей. Селективность определения. Люминесценция. Виды люминесценции – фотолюминесценция, катодолюминесценция, ионолюминесценция, термолюминесценция, сонолюминесценция, триболюминесценция, хемилюминесценция и биолюминесценция. Люминесцентные методы. Основные характеристики фотолюминесценции. Спектр

люминесценции и спектр возбуждения люминесценци). Выход люминесценции. Тушение люминесценции. Замедленная флуоресценция. Фосфоресценция. Флуоресценция. Правило Коши. Правило Левшина. Закон Вавилова. Квантовый выход. Закон Стокса-Ломеля. Закон затухания. Атомизация. Применение атомно-эмиссионной спектроскопии. Распределение Больцмана. Уравнение Ломакина-Шайбе. Виды атомизации: в пламени, электрическом и искровом разряде и с помощью индуктивно связанной плазмы. Помехи в атомно-эмиссионной спектроскопии. Спектральные помехи: самопоглощение, фоновое поглощение и наложение спектральных линий. Снижение влияния спектральных помех. Физико химические помехи: ионизация и матричные эффекты (катионный и анионный). Атомно абсорбционная спектроскопия. Источники излучения. Атомизация в пламени горелки или электротермическим способом.

Масс-спектрометрия. Хромато-масс-спектрометрия. История масс спектрометрии. Применение масс-спектрометрии. Способы ионизации компонентов пробы. Масс-спектрометры. Масс-спектр. Особенности метода ионизации. Информация об изотопном составе анализируемых молекул. Идентификация компонентов сложных смесей. Хромато-масс-спектрометр. Универсальность и специфичность. Преимущества хромато-масс-спектрометрии. Обнаружение, идентификация и определение летучих органических соединений, полихлорированных дибензо-п-диоксинов и полихлордибензофуранов. Масс-хроматограммы (хроматограммы, разрешенные по массам). Индексы хроматографического удерживания. Метод селективного ионного детектирования.

Тема 16. Хроматографические методы анализа. Методы разделения и концентрирования. Экстракция. Достоинства хроматографии. Объекты анализа. Понятие хроматографии. Хроматография как гибридный аналитический метод. Классификация хроматографических методо. Двухфазная система. Коэффициент распределения. Хроматограмма. Качественные и количественные параметры. Эффективность и селективность хроматографического метода. Теоретическая тарелка. Газовая хроматография. Устройство хроматографа. Детекторы в газовой хроматографии. Универсальные и селективные детекторы. Высокоэффективная жидкостная хроматография (ВЭЖХ). Особенности ВЭЖХ. Элюент. Жидкостной хроматограф. Индивидуальная идентификация. Групповая идентификация. Логарифмические индексы удерживания – индексы Ковача. Количественный анализ в хроматографии.

Тема 4. Метрология и хемометрика. Чувствительность. Линейная градуировочная зависимость. Интервал линейности градуировочного графика и предел обнаружения. Точность измерения полезного аналитического сигнала и его величины в холостом опыте. Холостое измерение. Нормальное распределение результатов измерения. Относительная погрешность. Абсолютный и относительный предел обнаружения. Правильность анализа. Систематическая и случайная погрешности.

Анализ конкретных образцов. Анализ биообъектов. Разделение сложных смесей с идентификацией компонентов. Распознавание образов вместо покомпонентного анализа. Определение «физических» состояний компонента. Анализ почв. Объекты окружающей среды, биологические жидкости, лекарственные препараты, геологические объекты, археологические находки и антикварные изделия. Задачи определения следов органических веществ в различных объектах. Клинический, фармацевтический и токсикологический анализ. Анализ пищевого сырья и пищевых продуктов. Органические токсиканты воздушного бассейна. Поверхностные воды: пестициды, фенолы, нефтепродукты, детергенты и т.д. Клинический анализ: гормоны, биогенные амины, аминокислоты и транквилизаторы. Токсикологически анализ: яды, токсиканты, природные соединения, наркотики. Влияние матрицы. Дистанционный анализ удаленных объектов. Проблемы среды обитания человека. Воздействие на среду обитания и образ жизни человека.

5. Образовательные технологии

- компьютерные презентации лекций;
- интерактивный опрос по разделам 1-2
- интерактивный опрос по разделу 3;
- круглый стол с привлечением ведущих специалистов в области аналитической химии, аналитического приборостроения и эколого-аналитического контроля по разделу 3 «Анализ конкретных объектов»

Наряду с традиционными образовательными технологиями широко используются технологии, основанные на методах научно-технического творчества, включающие, в том числе, обучение на основе учебных дискуссий и разбора конкретных ситуаций. Предусмотрена конференция с представлением аспирантами презентации, посвященной их научно-исследовательской работе. Аспиранты самостоятельно осуществляют поиск научной информации по теме НИР с использованием основных мировых баз данных. При чтении лекций используются мультимедийные презентации, при этом лекции читаются в форме лекции-беседы с обязательной обратной связью. Лекции составляют основу теоретического обучения и должны давать систематизированные основы научных знаний по дисциплине, концентрировать внимание аспирантов на наиболее сложных вопросах, стимулировать активную познавательную деятельность аспирантов и способствовать формированию творческого мышления. Ведущим методом в лекции является устное изложение учебного материала, сопровождающееся иллюстративным материалом.

6. Учебно-методическое обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- изучение теоретического лекционного материала, подготовка к опросу по материалам лекций;
- проработку теоретического материала (конспекты лекций, основная и дополнительная литература);
- подготовку презентации по теме НИР с использованием материалов из дополнительной литературы и рекомендованных сайтов Интернет;
- подготовку к рассмотрению конкретных случаев и круглому столу.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение настоящей дисциплины, аспирантам лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе дисциплины «Аналитическая химия». При использовании Интернета необходимо обращать внимание на достоверность представленной информации, по возможности подкрепляя ее перекрестными ссылками на независимые источники. Также необходимо обращать внимание на дату публикации.

По каждой из тем для самостоятельного изучения, приведенных в рабочей программе дисциплины, а также при подготовке презентации по теме НИР, следует сначала прочитать рекомендованную литературу и при необходимости составить краткий конспект основных положений, терминов, сведений, требующих запоминания и являющихся основополагающими в этой теме и для освоения последующих разделов курса.

При подготовке к рассмотрению конкретных случаев и круглому столу рекомендуется заранее ознакомиться с поставленной проблемой, а также сформулировать вопросы и аргументы, связанные с темой круглого стола и отражающие выбранную позицию участника.

Виды самостоятельной работы

№	Раздел Дисциплины	Вид самостоятельной работы	Вопросы для углубленного самостоятельного изучения	Литература
1	Предмет аналитической химии. Основные характеристики методов определения. Метод и методика. Химические, физические и биологические методы аналитической химии. Виды химического анализа. Химические методы. Количественные характеристики равновесий. Кислотно-основное, окислительно-восстановительное равновесие. Комплексообразование. Типы комплексных соединений, используемых в химическом анализе. Процессы осаждения. Коллоидные системы. Органические реагенты в химическом анализе. Гравиметрические методы анализа. Важнейшие осадители. Титриметрические методы анализа. Виды	Проработка конспектов лекций и вопросов, вынесенных на самостоятельное изучение	1.Понятия метода и методики. Связь аналитической химии с другими науками. Понятие аналитического сигнала. Сигнал фона. Понятие качественного и количественного анализа. Условность деления на химический и физический анализ. 2.Гомогенные и гетерогенные условия проведения реакции. Основные характеристики кислотно-основных равновесий. Направление оксилительно-восстановительных реакций. Основные типы комплексных соединений, используемые в аналитической химии. Ступенчатое комплексообразование и константы устойчивости комплексов. Реакции образования малорастворимых соединений, константа растворимости. Основные реагенты, применяемые в химическом анализе для маскирования, осаждения, обнаружения, в качестве индикаторов 3.Сущность гравиметрического метода анализа. Применение гравиметрии в современной аналитической химии. 4.Классификация титриметрических методов анализа. Требования к реакциям в титриметрии. Построение кривых титрования. Расчеты в титриметрии. Титранты и первичные стандарты в различных титриметрических методах. Точность титриметрических методов	1. Основы аналитической химии: В 2 кн.: Кн. 1 / Под ред. Золотова Ю.А. М.: Академия, 2012. - 383 с. 2. Основы аналитической химии: В 2 кн.: Кн. 2 /Под ред. Золотова Ю.А. М.: Академия, 2012. - 407 с.

	титрования. Кривые титрования. Кислотно-основное, окислительно-восстановительное, осадительное, комплексометрическое титрование.			
2	Кинетические методы анализа. Методы определения концентрации индикаторных веществ. Биологические методы анализа. Индикаторные организмы, их типы. Аналитический сигнал и способы его регистрации. Биохимические методы анализа. Биосенсоры и ферментные электроды. Сущность иммунных методов. Методы регистрации аналитического сигнала в биохимических и иммунных методах.	Проработка конспектов лекций и вопросов, вынесенных на самостоятельное изучение Подготовка к тестированию по темам 1-2	1.Количественный анализ в кинетических методах. Каталитические методы анализа 2.Ферментативные методы анализа: определение субстратов и ингибиторов ферментов 3. Биологические методы анализа. Биоиндикация и биотестирование. Классификация тестовых организмов. Способы регистрации аналитического сигнала в биологических методах анализа 4.Классификация биосенсоров по биологическому компоненту и физическому преобразователю. Применение биосенсоров в различных областях науки, сельского хозяйства, медицины 5.Иммунохимический и иммуноферментный анализ	1.http://www.novedu.ru/ Аналитическая химия. Статьи, методики, справочники. 2.http://www.anchem.ru/ Российский химико-аналитический портал. 3.Основы аналитической химии: В 2 кн.: Кн. 1 / Под ред. Золотова Ю.А. М.: Академия, 2012. - 383 с. 4. Основы аналитической химии: В 2 кн.: Кн. 2 /Под ред. Золотова Ю.А. М.: Академия, 2012. - 407 с. 5.http://chem.rcn.ru Биосенсоры в Казанском университете 6.Проблемы аналитической химии / Рос. акад. наук, Отд-ние химии и наук о материалах, Науч. совет по аналит. химии ; редкол.: акад. Ю. А. Золотов (пред.) и др. — Москва : Наука, 1970 - .— ; 22.Т. 11: Химический анализ в медицинской диагностике / [З. К. Амирова, А. И. Арчаков, Э. Ф. Биктимиров и др.] ; под ред. д.х.н. Г. К. Будникова .— 2010 .— 502, [1] с.
3	Электрохимические методы анализа. Теоретические основы. Классификация электрохимических методов. Потенциометрия.	Подготовка презентации по теме НИР Проработка конспектов лекций и вопросов, вынесенных на	1.Сущность электрохимических методов анализа. Сравнительная характеристика различных методов: точность, чувствительность, объекты анализа. Преимущества потенциометрического титрования. Кулонометрия и кулонометрическое титрование. Качественные и количественные	1.www.scopus.com 2.www.sciencedirect.com 3.http://chem.rcn.ru Биосенсоры в Казанском университете 4.Будников Г.К., Евтюгин Г. А., Майстренко В. Н. Модифицированные электроды для вольтамперометрии в химии, биологии и медицине. М.: Бионом. Лаборатория

	Потенциометрическое титрование. Кулонометрия. Вольтамперометрия и полярография. Прямые и косвенные вольтамперометрические методы. Физические методы анализа. Методы молекулярной и атомной оптической спектроскопии. Масс-спектрометрия. Хромато-масс-спектрометрия. Хроматографические методы анализа. Методы разделения и концентрирования. Экстракция	самостоятельное изучение Подготовка к тестированию по теме 3	параметры вольтамперограммы. Характеристики обратимости электродных процессов. Модифицированные электроды в современной вольтамперометрии. 2.Молекулярные спектры и их характеристики. Устройство спектрофотометров. Применение молекулярной спектроскопии для решения важных проблем современности Атомные спектры и их характеристики. Атомизаторы: их достоинства и недостатки. Основные объекты анализа и границы применимости метода. 3.Сущность метода масс-спектрометрии. Разновидности метода, их сравнительная характеристика. История развития хромато-масс-спектрометрии 4. Принципиальные отличия хроматографии и экстракции. Гибридные методы анализа и интегрированные системы. Аналитические возможности современных хроматографических методов	знаний, 2009.- 416 с. 5.Хенце Г. Полярография и вольтамперометрия. [Электронный ресурс] М.: Бионом. Лаборатория знаний, 2011.- 284 с. http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1 id=50534 6. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа / Глубоков Ю.М., Ищенко А. А., Головачева В. А., Дворкин В.И. В 2-х томах. Том М.: Академия, 2010. -352 с. 7.Аналитическая химия и физико-химические методы анализа / Алов Н.В., Василенко И. А., Ищенко А.А., Гольдштрах М.А. В 2-х томах. Том 2. М.: Академия, 2010. - 416 с. 8. Стойков И.И., Стойкова Е.Е. Основы хроматографии. Казань: КФУ, 2010. - 156 с. 9. Беккер Ю. Хроматография. Инструментальная аналитика: методы хроматографии и капиллярного электрофореза. М.: Техносфера, 2009. 472 с.
4	Метрология и хемометрика Анализ конкретных образцов	Подготовка к обсуждению конкретных случаев Подготовка к круглому столу	1.Метрологические характеристики методов анализа 2.Понятие «электронный нос» и распознавание образов 3.«Электронный язык» и области его применения 4.Иерархия объектов анализа 5.Основные тенденции развития современной аналитической химии 6.Дистанционный анализ и методы анализа «на месте»	1. http:// chem.rcn.ru Биосенсоры в Казанском университете. 2.http://www.novedu.ru/ Аналитическая химия. Статьи, методики, справочники. 3.http://www.anchem.ru/ Российский химико-аналитический портал. 4.Основы аналитической химии: В 2 кн.: Кн. 1 / Под ред. Золотова Ю.А. М.: Академия, 2012. - 383 с. 5.Основы аналитической химии: В 2 кн.: Кн. 2 /Под ред. Золотова Ю.А. М.: Академия, 2012. - 407 с.
Итого на самостоятельную работу				**101 час**

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

7.1. Регламент дисциплины

По дисциплине «Аналитическая химия» предусмотрены следующие виды контроля знаний аспирантов:

- ***Текущий контроль***. Текущий контроль проводится на лекционных занятиях с целью определения качества усвоения теоретического материала в виде тестирования в письменной форме или в форме компьютерного тестирования. Текущий контроль проводится с целью определения качества усвоения теоретического материала. Предполагается проведение текущего контроля в форме конференции с презентациями поеме НИР, в форме участия в круглом столе и дискуссии с обсуждением конкретных примеров. Тестирование проводится в часы, выделяемые для лекций, из расчета 15 минут на тест, состоящий из 5 вопросов. Тест оценивается индивидуально преподавателем в виде баллов, входящих в рейтинг текущей работы аспиранта.

- ***Итоговый контроль по курсу.*** Для контроля усвоения данной дисциплины учебным планом в конце семестра предусмотрен экзамен. Экзамен проводится в устной форме. Аспиранту предлагается ответить на пять вопросов из утвержденного списка по всему курсу «Аналитическая химия». В случае, если аспирант может дать полный ответ только на два вопроса из пяти, для добора баллов аспиранту может быть предложено ответить на 5 тестовых вопросов. Оценка по данному экзамену является итоговой по курсу.

Критериями оценки являются:

Отлично (86-100%) – ответ на все пять вопросов билета, глубокое и прочное усвоение теоретического материала раздела, полные, последовательные, грамотные и логически излагаемые ответы на поставленные вопросы

Хорошо (71-85%) – ответ на четыре вопроса, усвоение основного материала раздела, при ответе допускаются неточности и недостаточно правильные формулировки, не искажающие существа вопроса.

Удовлетворительно (56-70%) – ответ на три вопроса, неполное усвоение материала, при ответе допускаются существенные неточности и неправильные формулировки, искажающие существо вопроса. Аспирант испытывает трудности с изложением своих мыслей по излагаемому вопросу.

Текущий контроль:

1.	Тестирование по темам 1-8 и 9-16	2х25 баллов
2.	Презентация по теме НИР	30 баллов
3.	Участие в круглом столе и дискуссии	20 баллов

Итого: 100 баллов

7.2. Оценочные средства текущего контроля

Тестирование по темам 1-2.

Примеры тестовых заданий:

1 Отметить верное выражение для понятия МЕТОД АНАЛИЗА:

+ метод анализа определяет принципы, положенные в основу анализа вещества, но не конкретного определенного соединения

- это подробное описание всех условий и операций, проведения анализа конкретного определенного объекта
- метод анализа определяет алгоритм выполнения всех операций для конкретного анализа определенного объекта
- все ответы верны.

2 Что означает понятие МЕТОДИКА АНАЛИЗА:

+ подробное описание всех условий и операций проведения анализа конкретного объекта.

- основные принципы, положенные в основу анализа вещества, но без конкретных условий операций анализа определенного объекта.
- способ регистрации сигнала при проведении измерения
- все ответы неверны

3 Что означает понятие АНАЛИТИЧЕСКИЙ СИГНАЛ:

+ это среднее из результатов измерений в конечной стадии анализа физической величины, функционально связанной с содержанием определяемого компонента.

- это все то, что сигнализирует нам об окончании эксперимента

- это обычно цвет или выпадение осадка при выполнении тех или иных операций.
- это всегда количественное выражение величины, связанное с содержанием определяемого соединения.

4 Аналитический сигнал фона вызван
+ наличием примесей в анализируемом растворе, в применяемых реактивах, а также "шумом" приборов, не имеющих отношение к определяемому компоненту, но мешающих анализу.
- наличием большой концентрации определяемого компонента, которое невозможно зафиксировать в условиях анализа.
- случайными погрешностями в ходе анализа.
- все ответы верны.

5 Полезный аналитический сигнал:
+ есть разница суммарного аналитического сигнала и аналитического сигнала фона
- это отношение суммарного аналитического сигнала и аналитического сигнала фона
- это аналитический сигнал в пределах линейного участка градуировочго графика
- оба ответа верны в зависимости от метода анализа

6 Правильность характеризует:
+ величину систематической ошибки
+ отклонение результатов анализа относительно истинного содержания компонента (опорного значения)
- рассеивание результатов параллельных определений относительно среднего
- абсолютную погрешность анализа
- относительную погрешность анализа

7 Относительные методы химического анализа - это методы:
+использующие сравнения (эталоны), то есть образцы, пробы, растворы с точно установленным содержанием компонента
-использующиеся в качестве стандартных методов для сравнения с другими новыми методами и оценки правильности анализа
-в которых определяется относительное содержание компонента в пробе (массовая доля, мольная доля и т.п.)
-в которых используется метод добавок

8 Гравиметрия относится к
+абсолютным методам
-относительным методам
-и относительным и абсолютным методам
-ответ зависит от способа проведения анализа

9 Наименьшее содержание, при котором по данной методике можно обнаружить присутствие компонента с заданной доверительной вероятностью называют:
+предел обнаружения
-среднее значение данных по результатам анализа
-доверительный интервал
-полезный аналитический сигнал

10 Точность (accuracy) характеризуется:
+близостью результатов анализа к истинному значению
+близостью к нулю его погрешности
+ точность означает близость результатов друг к другу, т.е. воспроизводимость (reproducibility) и сходимость (repeatibility)
+все ответы верны

11 Расположите прямые методы определения в порядке понижения предела обнаружения
1.Полярография 2.Спектрофотометрия 3.Инверсионная вольтамперометрия
4.Атомно-абсорбционная спектроскопия

12 После осаждения в исследуемом растворе должно оставаться такое количество данного соединения, которое
+Нельзя обнаружить при взвешивании на аналитических весах
-Нельзя обнаружить химическими реакциями
-Не првышает фоновое значение определяемого элемента
-Можно обнаружить при взвешивании на аналитических весах

Тестирование по теме 3.
Примеры тестовых заданий:

? Формальный потенциал системы равен стандартному потенциалу этой системы при условиях, если:
+ нет конкурирующих реакций 1
+ ионную силу раствора можно не учитывать или принять равной нулю 2
- ионная сила равна 1 1
- коэффициент активности равен нулю 2
- коэффициент активности равен 1 3
- молярная доля компонентов системы равна 1 4
? Под индикаторным электродом в потенциометрии понимают:
+ электрод, потенциал которого зависит от природы и концентрации определяемого соединения
- электрод, потенциал которого не зависит от состава раствора 1
- электрод, потенциал которого зависит только от природы растворителя 2
?Газовые ионоселективные электроды бывают
+ мембранные 1
+ с газовым зазором 2
- с кристаллической мембраной 1
- с жидкой мембраной 2
? В случае металлических индикаторных электродов реализуется следующий механизм формирования потенциала:
+ электронно-ионный
- ионообменный 1
- электронный 2
-химический 3
-электрохимический 4.
? В качестве электрода сравнения можно использовать
+ электроды 2 рода 1
+ электроды, поддерживающие постоянное значение потенциала в присутствии определяемых компонентов 2
-электроды, поддерживающие постоянное значение тока в изучаемой системе 1
- электроды, сохраняющие постоянное значение потенциала в течение длительного времени 2
- все ответы правильные 3
? Электроды с газовым зазором предназначены для определения
+ солей аммония, карбонатов, гидрокарбонатов
- соединений калия, натрия, лития 1
- органических соединений 2
- все ответы правильные 3
?Уравнение Никольского от уравнения Нернста отличается следующими величинами:
+ коэффициентом селективности и активностью мешающих соединений 1
+ коэффициентом селективности 2
- величиной стандартного окислительно-восстановительного потенциала 1
- природой определяемых соединений 2
- областью концентраций определяемых соединений 3
?Каломельный электрод в вольтамперометрии используют как
+электрод сравнения 1
-рабочий электрод 1
-индикаторный электрод 2
- вспомогательный электрод 3
?Хлоридсеребряный электрод в вольтамперометрии используют как
+электрод сравнения 1
-рабочий электрод 1
-индикаторный электрод 2
-вспомогательный электрод 3

7.3. Вопросы к экзамену

1. Поясните на конкретных примерах взаимосвязь аналитической химии с другими науками
2. Опишите основные тенденции развития современной аналитической химии
3. Распознавание образов как новое направление в развитии методов анализа
4. Как вы понимаете социальную роль аналитической химии в современном мире?
5. Понятие «зеленой химии». Приведите конкретные примеры.
6. Взаимосвязь аналитической химии и илософии.
7. Наличие публикаций в российских и международных журналах в соавторстве с другими членами научного коллектива.
8. Участие в российских и международных конференциях со стендовыми или устными докладами.
9. Участие в научных семинарах, проводимых в научной группе, лаборатории, на кафедре и т.д.
10. Участие в совместных исследованиях с другими научными группами
11. Возможности стажировок в научных группах, проводящих исследования аналогичной тематики
12. Возможности использования оборудования коллективных центров пользования для проведения исследований
13. Изложить сущность индивидуальной НИР
14. Уровень развития науки в изучаемой области на данный момент
15. Сформулировать цели и задачи НИР
16. Сформулируйте основные направления исследований по теме НИР
17. Оцените уровень развития аналитической химии по теме ваших исследований
18. Кратко сформулируйте теоретические основы физических методов анализа, применяемых в ваших исследованиях
19. Сформулируйте цели и задачи НИР
20. Взаимосвязь темы НИР с другими областями химии и смежных наук
21. Сформулируйте основные направления развития аналитической химии по теме НИР
22. Изложите цели и задачи педагогической практике
23. Приведите краткое содержание проводимого вами практического занятия
24. Приведите план проведения семинарского занятия
25. Изложите теоретические основы физических методов исследования по теме НИР
26. Какие информационные базы данных вы используете при проведении исследований по теме НИР?
27. Сформулируйте основные цели и задачи вашего исследования
28. Оцените общий уровень развития науки по теме НИР
29. Сформулируйте основные выводы вашего исследования
30. Оцените, насколько полученные вами результаты являются новыми и практически значимыми
31. Изложите сущность основных спектроскопических методов, необходимых при проведении исследований по теме НИР
32. Органические реагенты, применяемые в аналитической химии для обнаружения и определения веществ
33. Основные типы реакций, используемые в аналитической химии
34. Метрология и хемометрика в современных исследованиях
35. Использование компьютерных программ для обработки, хранения и передачи информации
36. Использование баз данных для проведения исследований и написания отчетов по теме НИР
37. Сформулируйте краткие выводы проведенного вами научного исследования.
38. Участие в российских и международных конференциях со стендовыми или устными докладами.
39. Участие в научных семинарах, проводимых в научной группе, лаборатории, на кафедре и т.д.
40. Изложить теоретические основы метода исследования по теме НИР
41. Уровень развития науки в изучаемой области на данный момент
42. Сформулировать цели и задачи НИР
43. Сущность метода потенциометрии. Влияние различных факторов на потенциал индикаторного электрода.
44. Механизм возникновения потенциала: ионно-электронный, электронный, ионообменный.

45. Различные варианты потенциометрии. Их краткая характеристика.
46. Преимущества, область применения потенциометрического титрования. Требования, предъявляемые к химическим и электрохимическим реакциям в этом варианте потенциометрии.
47. Сущность, возможности, ограничения прямой потенциометрии. Аналитические характеристики, которые можно вычислить по результатам различных вариантов потенциометрии.
48. Классификация электродов. Индикаторные электроды и электроды сравнения.
49. Электроды I, II, III рода. Устройство, назначение, механизм действия.
50. Окислительно-восстановительные электроды. Устройство, назначение, механизм действия.
51. Электроды для измерения pH. Типы, механизм действия. Области применения.
52. Различные типы ионоселективных электродов. Типы мембран, применяемые для изготовления ионоселективных электродов: твердые, жидкие и пленочные: гомогенные и гетерогенные. Их краткая характеристика.
53. Стеклянный электрод. Устройство, механизм действия. Отклонения в работе стеклянного электрода. Потенциал асимметрии: причины его возникновения, способы устранения.
54. Уравнение Никольского. Потенциометрический коэффициент селективности.
55. Электроды сравнения. Требования, предъявляемые к ним, назначение, устройство, механизм действия.
56. Преимущества потенциометрического титрования перед: а) обычной титриметрией, б) прямой потенциометрией.
57. Индикаторные электроды для потенциометрического титрования с использованием реакций: а) кислотно-основных, б) окислительно-восстановительных, в) осадительных, г) комплексообразования.
58. Способы нахождения конечной точки титрования и точки эквивалентности. Факторы, определяющие величину скачка потенциалов на кривых потенциометрического титрования.
59. Основные принципы полярографии. Ртутный капающий электрод, характеристики капилляра. Поляризация ртутного электрода.
60. Индикаторные электроды в вольтамперометрии. Требования, предъявляемые к ним.
61. Твердофазные электроды. Основные отличия графитового или платинового электродов от ртутного капающего электрода.
62. Электрохимическая ячейка: двух- и трехэлектродная. Назначение каждого электрода. Фоновый электролит и его назначение. Что означает термин "индифферентный".
63. Диффузионный ток и его критерии. Уравнение Ильковича. Факторы, влияющие на диффузионный ток. Зависимость диффузионного тока от концентрации деполяризатора.
64. Отличительные признаки диффузионного тока (из уравнения Ильковича). Общая характеристика полярографической (вольтамперной) кривой.
65. Искажение полярографической кривой (максимумы). Способы удаления максимумов. Деаэрирование: способы удаления кислорода из раствора. Почему полярографические максимумы I рода исчезают при добавлении в раствор поверхностно-активных веществ.
66. Потенциал полуволны как качественная характеристика деполяризатора. Факторы, влияющие на потенциал полуволны. Уравнение Нернста.
67. Наклон полярограммы, от чего он зависит. Обратимые и необратимые электрохимические реакции. Критерии обратимости.
68. Восстановление комплексов ионов металлов, зависимость потенциала полуволны от константы устойчивости комплексного соединения. Полярографическое определение ионов металлов. Аналитический сигнал и его измерение.
69. Полярографическое определение органических соединений.
70. Современные разновидности полярографии (вольтамперометрия). Преимущества и недостатки по сравнению с полярографией.
71. Чувствительность, точность и селективность полярографического (вольтамперометрического) метода анализа.
72. История развития хроматографического метода. Сущность метода. Аппаратура в хроматографическом методе. Устройство хроматографа, основные блоки. Детекторы.
73. Хроматографический сигнал и его параметры. Основные хроматографические параметры.
74. Теоретические представления в хроматографии. Эффективность хроматографической

системы. Теория теоретических тарелок. Теория скоростей.

75. Классификация хроматографических методов. Газовая хроматография. Виды. Хромато-масс-спектрометрия
76. Жидкостная хроматография, ВЭЖХ. Классификация методов жидкостной хроматографии по механизму разделения: адсорбционная, распределительная, ионообменная, эксклюзионная. Выбор подвижной и неподвижной фаз, характеристики их.
77. Качественный и количественный хроматографический анализ. Выбор варианта хроматографического метода в зависимости от свойств образца.
78. Тонкослойная и бумажная хроматография. Техника исполнения анализа. Величина Rf.
79. Общая характеристика и методы абсорбционной спектроскопии. Реакции, используемые в фотометрическом анализе. Контрастность фотометрических реагентов.
80. Спектры поглощения соединений. Свойства и природа электронных спектров. Ширина полосы поглощения. Интенсивность поглощения. Правила отбора. Классификация спектров.
81. Оптическая плотность растворов. Оптимальное значение А, рабочая область значений.
82. Основной закон светопоглощения. Математический вывод закона. Молярный коэффициент светопоглощения, его значение в анализе. Причины отклонения от основного закона.
83. Закон аддитивности. Анализ многокомпонентных систем.
84. Аппаратура в фотометрическом анализе. Способы монохроматизации светового потока. Оптическая схема концентрационного фотоколориметра КФК-2 и спектрофотометра СФ-26.
85. Методы определения концентраций веществ в растворах. Методы градуировочного графика, сравнения, добавок, фотометрического титрования. Дифференциальная спектрофотометрия.
86. Кинетические методы анализа со спектрофотометрическим контролем. Определение констант диссоциации кислот и оснований фотометрическим методом.
87. Изучение равновесий в растворах комплексных соединений спектрофотометрическим методом. Определение состава и устойчивости комплексных соединений. Методы изомолярных серий и сдвига равновесия.
88. Биологические методы анализа.
89. Биохимические методы анализа. Биосенсоры
90. Титриметрические методы анализа
91. Органические реагенты в аналитической химии. Гравиметрия
92. Метрология и хемометрика.
93. Кинетические методы анализа. Ферментативные методы: определение субстратов и ингибиторов ферментов.
94. Связь аналитической химии с другими науками
95. Объекты анализа в современной аналитической химии

7.4. Таблица соответствия компетенций, критериев оценки их освоения и оценочных средств

Индекс компетенции	Расшифровка компетенции	Показатель формирования компетенции для данной дисциплины	Оценочное средство
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	В2 (УК-1) ВЛАДЕТЬ: навыками критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	Вопросы к экзамену п.7.3. №1-3, 43 (или 56), 69 (или 82)
УК-2	способность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки	З1 (УК-2) Знать методы научно-исследовательской деятельности	Вопросы к экзамену п.7.3. №4-6, 44 (или 57), 70 (или 83)
УК-3	готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач	З1 (УК-3) ЗНАТЬ: особенности представления результатов научной деятельности в устной и письменной форме при работе в российских и международных исследовательских коллективах	Вопросы к экзамену п.7.3. №7-9, 45 (или 58), 71 (или 84)
УК-4	готовностью использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках	В3 (УК-4) ВЛАДЕТЬ: различными методами, технологиями и типами коммуникаций при осуществлении профессиональной деятельности на государственном и иностранном языках	Вопросы к экзамену п.7.3. №10-12, 46 (или 59), 72 (или 85)
УК-5	способностью планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития	У1 (УК-5) УМЕТЬ: формулировать цели личностного и профессионального развития и условия их достижения, исходя из тенденций развития области профессиональной деятельности, этапов профессионального роста, индивидуально-личностных особенностей.	Вопросы к экзамену п.7.3. №13-15, 47 (или 60), 73 (или 86)

ОПК-1	способностью самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	В1 (ОПК-1) ВЛАДЕТЬ: навыками поиска (в том числе с использованием информационных систем и баз банных) и критического анализа информации по тематике проводимых исследований	Вопросы к экзамену п.7.3. №16-18, 48 (или 61), 74 (или 87)
ОПК-2	Готовностью организовать работу исследовательского коллектива в области химии и смежных наук	В2 (ОПК-2) ВЛАДЕТЬ: навыками коллективного обсуждения планов работ, получаемых научных результатов, согласования интересов сторон и урегулирования конфликтных ситуаций в команде	Вопросы к экзамену п.7.3. №19-21, 49 (или 62), 75 (или 88)
ОПК-3	готовностью к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования	З2(ОПК-3) ЗНАТЬ: требования к квалификационным работам бакалавров, специалистов, магистров	Вопросы к экзамену п.7.3. №22-24, 50 (или 63), 76 (или 89)
ПК-1	умением применять основные законы химии при обсуждении полученных результатов, в том числе с привлечением информационных баз данных	З1(ПК-1) ЗНАТЬ: современное состояние науки в области аналитической химии	Вопросы к экзамену п.7.3. №25-27, 51 (или 64), 77 (или 90)
ПК-2	Способностью анализировать полученные результаты, делать необходимые выводы и формулировать предложения	В1 (ПК-2) ВЛАДЕТЬ: навыками получения, первичной обработки и анализа научных данных, современными методами математической и статистической обработки химических данных	Вопросы к экзамену п.7.3. №28-30, 52 (или 65), 78 (или 91)
ПК-3	владением методами планирования, регистрации и обработки результатов химического эксперимента, основными синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций	В1 (ПК-3) ВЛАДЕТЬ: методами планирования, подготовки, проведения НИР, анализа полученных данных, формулировки выводов и рекомендаций в области аналитической химии	Вопросы к экзамену п.7.3. №31-33, 53 (или 66), 79 (или 92)
ПК-4	Владением современными компьютерными технологиями, применяемыми при обработке результатов научных экспериментов и сборе, обработке, хранении и передачи информации при проведении самостоятельных научных исследований	З1 (ПК-4) ЗНАТЬ: современные информационные технологии, информационное обеспечение интернет- конференций, требования к содержанию и правила оформления рукописей к публикации в рецензируемых научных изданиях	Вопросы к экзамену п.7.3. №34-36, 54 (или 67), 80 (или 93)
ПК-5	Формированием опыта профессионального участия в научных дискуссиях, умением представлять полученные в исследованиях результаты в виде отчетов и научных публикаций	В1 (ПК-5) ВЛАДЕТЬ: навыками составления и подачи конкурсных заявок, в том числе международных, на выполнение НИР по аналитической химии, представления результатов НИР в виде печатных материалов и устных сообщений	Вопросы к экзамену п.7.3. №37-39, 55 (или 68), 81 (или 94)

ПК-6	Способностью организовать и проводить исследования в рамках химических и смежных специальностей	З1 (ПК-6) ЗНАТЬ: современные методики и подходы теоретического и экспериментального решения комплексных химических задач с привлечением современного парка инновационного оборудования в рамках НИР	Вопросы к экзамену п.7.3. №40-42, 56 (или 69), 82 (или 95)

8. Методические указания для обучающихся при освоении дисциплины (модуля)

Общие методические рекомендации

Изучение дисциплины следует начинать с проработки рабочей программы, уделяя особое внимание целям и задачам, структуре и содержанию курса. Непосредственно для подготовки к текущему контролю следует использовать краткий конспект лекций, который содержит рекомендации по теории и материалу предшествующих учебных курсов, необходимых для усвоения нового материала. Ознакомление с ним рекомендуется непосредственно перед каждой лекцией для облегчения ее усвоения и запоминания нового материала. Фонды оценочных средств, включающие вопросы к самостоятельной работе аспирантов, тесты, билеты контрольной работы и зачета, включены в состав УМК дисциплины.

Методические указания для аспирантов по работе с конспектом лекций

Рекомендуется просматривать конспект лекции сразу после занятий, отмечая материал и вопросы, вызвавшие затруднения для понимания. Для ответов на них рекомендуется использовать рекомендуемую литературу и ссылки на Интернет-источники, данные в аннотации к каждой лекции. Для улучшения запоминания материала рекомендуется соотнести записи конспекта лекции с презентациями. Следует регулярно повторять пройденный материал, особенно в преддверии текущего контроля (устного опроса, тестирования, контрольной работы). Если самостоятельно в лекционном материале разобраться не удалось, следует четко сформулировать вопросы и обратиться за разъяснениями к преподавателю на консультации или ближайшей лекции. Также необходимо контролировать усвоение пройденного материала по контрольным вопросам к лекциям. Не рекомендуется пользоваться конспектами лекций, составленными другими аспирантами, особенно если они относятся к другому году. Это снижает усвоение материала и его понимание. При необходимости в конспекты лекций можно включать слайды презентаций и раздаточные материалы, однако их следует дополнять пояснениями, выполняемыми на полях. Категорически не рекомендуется использовать как конспекты уменьшенные копии глав учебников, в том числе, из рекомендованной литературы, поскольку они не следуют в полной мере логике программы курса и часто дают сведения на различном уровне объяснения и детализации.

Методические указания для аспирантов по подготовке к тестированию

Основным отличием проверочной работы, содержащей тестовые вопросы, (тестирования) от других форм текущего контроля является отсутствие возможности обосновать свою позицию в билете, поскольку выполнение теста предполагает выполнение формализованных действий без дополнительного письменного или устного объяснения своего выбора. В данном курсе тесты включают два вида заданий. В первом необходимо сделать выбор правильных ответов из четырех предложенных. Число правильных ответов на каждый вопрос может варьировать от 1 до 3. Второй тип предлагает установить соответствие между двумя списками, включающими по четыре понятия. Если аспрант отвечает на вопрос неполно (дает один правильный ответ из двух имеющихся или один правильный и один неправильный), ответ не засчитывается. Тестирование выполняют интерактивно на компьютере или по бумажным вариантам на занятии из расчета 10 минут на тест. Если аспирант получает менее 55% от максимально возможного числа баллов, тест переписывается во внеучебное время. Не допускается переписывания теста с целью увеличения числа баллов (добор баллов), если оценка теста выше 55% за исключением тех случаев, когда суммарная оценка текущего и рубежного контроля недостаточна для допуска аспиранта к экзамену. В этом случае решение о переписывание теста принимается преподавателем, исходя из того, что добор баллов должен по возможности проводиться однократно и дополнительная сумма баллов не должна превышать 10% от максимальной оценки работы в семестре.

9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Основная литература:

1. Основы аналитической химии: В 2 кн.: Кн. 1 / Под ред. Золотова Ю.А. М.: Академия, 2012. – 383 с.
2. Основы аналитической химии: В 2 кн.: Кн. 2 /Под ред. Золотова Ю.А. М.: Академия, 2012. – 407 с.
3. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа / Глубоков Ю.М., Ищенко А.А., Головачева В.А., Дворкин В.И. В 2-х томах. Том 1. М.: Академия, 2010. -352 с.
4. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа / Алов Н.В., Василенко И.А., Ищенко А.А., Гольдштрах М.А. В 2-х томах. Том 2. М.: Академия, 2010. - 416 с.
5. Хенце Г. Полярография и вольтамперометрия. [Электронный ресурс] М.: Бионом. Лаборатория знаний, 2011.- 284 с. http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=50534
6. Проблемы аналитической химии / Рос. акад. наук, Отд-ние химии и наук о материалах, Науч. совет по аналит. химии ; редкол.: акад. Ю. А. Золотов (пред.) и др. — Москва : Наука, 1970 - .— ; 22.Т. 11: Химический анализ в медицинской диагностике / [З. К. Амирова, А. И. Арчаков, Э. Ф. Биктимиров и др.] ; под ред. д.х.н. Г. К. Будникова .— 2010 .— 502, [1] с.
7. Стойков И.И., Стойкова Е.Е. Основы хроматографии. Казань: КФУ, 2010. - 156 с.

Дополнительная литература:

1. Будников Г.К., Евтюгин Г.А., Майстренко В.Н. Модифицированные электроды для вольтамперометрии в химии, биологии и медицине. М.: Бионом. Лаборатория знаний, 2009.- 416 с.
2. Беккер Ю. Хроматография. Инструментальная аналитика: методы хроматографии и капиллярного электрофореза. М.: Техносфера, 2009. 472 с.
3. Аналитическая химия. Количественный анализ. Физико-химические методы анализа: учебное пособие [Электронный ресурс] / Ю. Я. Харитонов, Д. Н. Джабаров, В. Ю. Григорьева. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2012. - 368 с.: ил. Режим доступа: http://www.studmedlib.ru/ru/book/ISBN9785970421994.html

Интернет-ресурсы:

1. http:// chem.rcn.ru Биосенсоры в Казанском университете.
2. http://www.novedu.ru/ Аналитическая химия. Статьи, методики, справочники.
3. http://www.anchem.ru/ Российский химико-аналитический портал.

10. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины (модуля)

Компьютерный проектор
Система интерактивного опроса.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО аспирантуры (Приказ Минобрнауки РФ от 30.07.2014 № 869)

Авторы: заведующий кафедрой аналитической химии, проф. Г.А.Евтюгин,
профессор кафедры аналитической химии Э.П.Медянцева

Рецензент: профессор кафедры неорганической химии Н.А.Улахович

Программа одобрена на заседании Учебно-методической комиссии Химического института им.А.М.Бутлерова КФУ от 31 августа 2015 года, протокол № 7.

Приложения:

Приложение 1.

Приложение 1

Критерии оценки экзамена и шкала оценивания

Критерии оценки экзамена	
Оценка «отлично»	знает требования к формированию и реализации ООП в системе высшего образования; имеет представления о требованиях к квалификационным работам бакалавров, специалистов, магистров; владеет методикой применения современных образовательных технологий в учебном процессе с учетом специфики направления подготовки; проектирует образовательный процесс в рамках учебного плана. Отвечает на все пять вопросов билета, демонстрирует глубокое и прочное усвоение теоретического материала раздела, полные, последовательные, грамотные и логически излагаемые ответы на поставленные вопросы
Оценка «хорошо»	имеет представления о требованиях к формированию и реализации учебного плана в системе высшего образования; имеет сформированные, но содержащие отдельные пробелы представления о требованиях к квалификационным работам бакалавров, специалистов, магистров; производит отбор и использует современные образовательные технологии с учетом специфики направленности (профиля) подготовки; проектирует образовательный процесс в рамках модуля. Отвечает на четыре вопроса, демонстрирует усвоение основного материала раздела, при ответе допускаются неточности и недостаточно правильные формулировки, не искажающие существа вопроса.
Оценка «удовлетворительно»	имеет сформированные представления о требованиях, предъявляемых к обеспечению учебной дисциплины и преподавателю, ее реализующему в системе ВО; имеет неполные представления о требованиях к квалификационным работам бакалавров, специалистов, магистров; проводит отбор методов преподавания и использует их с учетом специфики преподаваемой дисциплины; проектирует образовательный процесс в рамках дисциплины. Отвечает на три вопроса, демонстрирует неполное усвоение материала, при ответе допускаются существенные неточности и неправильные формулировки, искажающие существо вопроса, испытывает трудности с изложением своих мыслей по излагаемому вопросу.
Оценка «неудовлетворительно»	имеет фрагментарные представления об основных требованиях, предъявляемых к преподавателям в системе высшего образования; имеет фрагментарные представления о требованиях к квалификационным работам бакалавров, специалистов, магистров; затруднения с разработкой плана и структуры квалификационной работы; проектируемый образовательный процесс не приобретает целостности. При ответе на вопросы демонстрирует полное неусвоение материала, испытывает трудности при формулировании ответа на вопрос.

Критерий оценивания	Шкала оценивания			
	2	3	4	5
В2 (УК-1) ВЛАДЕТЬ: навыками критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	Отсутствие навыков критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	Недостаточно сформированные навыки критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	Сформированные, но содержащие пробелы навыки критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов по решению исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	Сформированные навыки критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях
З1 (УК-2) Знать методы научно-исследовательской деятельности	Фрагментарные представления о методах научно-исследовательской деятельности	Недостаточно сформированные представления о методах научно-исследовательской деятельности	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы представления о методах научно-исследовательской деятельности	Сформированные систематические представления о методах научно-исследовательской деятельности
З1 (УК-3) ЗНАТЬ: особенности представления результатов научной деятельности в устной и письменной форме при работе в российских и международных исследовательских коллективах	Фрагментарные представления об особенностях представления результатов научной деятельности в устной и письменной форме при работе в исследовательских коллективах	Недостаточно сформированные представления об особенностях представления результатов научной деятельности в устной и письменной форме при работе в исследовательских коллективах	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы представления об особенностях представления результатов научной деятельности в устной и письменной форме при работе в коллективе	Сформированные систематические представления об особенностях представления результатов научной деятельности в устной и письменной форме при работе в исследовательских коллективах
В3(УК-4) ВЛАДЕТЬ: различными методами, технологиями и типами коммуникаций при осуществлении профессиональной деятельности на государственном и иностранном языках	Не владеет методами, технологиями и типами коммуникаций при осуществлении профессиональной деятельности на государственном и иностранном языках	Недостаточное владение методами, технологиями и типами коммуникаций при осуществлении профессиональной деятельности	Достаточно свободное владение различными методами, технологиями и типами коммуникаций при осуществлении профессиональной деятельности	Свободное и осознанное владение различными методами, технологиями и типами коммуникаций при осуществлении профессиональной деятельности

У1 (УК-5) УМЕТЬ: формулировать цели личностного и профессиональног о развития и условия их достижения, исходя из тенденций развития области профессиональной деятельности, этапов профессиональног о роста, индивидуально-личностных особенностей.	Отсутствие умения формулировать цели личностного и профессионального развития и условия их достижения	Недостаточно сформированные умения формулировать цели личностного и профессионального развития и условия их достижения	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы умения формулировать цели личностного и профессионального развития и условия их достижения	Сформированные умения и способности формулировать цели личностного и профессионального развития и условия их достижения
В1 (ОПК-1) ВЛАДЕТЬ: навыками поиска (в том числе с использованием информационных систем и баз банных) и критического анализа информации по тематике проводимых	Отсутствие навыков поиска и критического анализа информации по тематике проводимых исследований	Недостаточно сформированные навыки поиска и критического анализа информации по тематике проводимых исследований	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы навыки поиска и критического анализа информации по тематике проводимых исследований	Сформированные навыки поиска и критического анализа информации по тематике проводимых исследований
В2 (ОПК-2) ВЛАДЕТЬ: навыками коллективного обсуждения планов работ, получаемых научных результатов, согласования интересов сторон и урегулирования конфликтных ситуаций в команде	Отсутствие навыков коллективного обсуждения планов работ и результатов, затруднения в урегулировании конфликтных ситуаций	Недостаточно сформированные навыки коллективного обсуждения планов работ и результатов	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы навыки коллективного обсуждения планов работ и результатов	Сформированные навыки коллективного обсуждения планов работ и результатов, а также навыки бесконфликтной работы

З2(ОПК-3) ЗНАТЬ: требования к квалификационным работам бакалавров, специалистов, магистров	Фрагментарные представления о требованиях к квалификацион-ным работам бакалавров, специалистов, магистров	Неполные представления о требованиях к квалификацион-ным работам бакалав ров, специалистов, магистров	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы представления о требованиях к квалификацион-ным работам бакалавров, специалистов, магистров	Сформированные систематические представления о требованиях к квалификацион-ным работам бакалавров, специалистов, магистров.
З1(ПК-1) ЗНАТЬ: современное состояние науки в области аналитической химии	Фрагментарные представления о современном состоянии науки в области аналитической химии	Неполные представления о современном состоянии науки в области аналитической химии	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы представления о современном состоянии науки в области аналитической химии	Сформированные систематические представления о современном состоянии науки в области аналитической химии
В1 (ПК-2) ВЛАДЕТЬ: навыками получения, первичной обработки и анализа научных данных, современными методами математической и статистической обработки химических данных	Отсутствие навыков получения, первичной обработки и анализа научных данных, не владеет современными методами математической и статистической обработки химических данных	Недостаточно сформированные навыки получения, первичной обработки и анализа научных данных, не в полной мере владеет современными методами математической и статистической обработки химических данных	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы навыки получения, первичной обработки и анализа научных данных, владеет современными методами математической и статистической обработки химических данных	Сформированные навыки получения, первичной обработки и анализа научных данных, свободно владеет современными методами математической и статистической обработки химических данных
В1 (ПК-3) ВЛАДЕТЬ: методами планирования, подготовки, проведения НИР, анализа полученных данных, формулировки выводов и рекомендаций в области аналитической химии	Не владеет методами планирования, подготовки, проведения НИР, анализа полученных данных, формулировки выводов и рекомендаций в области аналитической химии	В недостаточной мере владеет методами планирования, подготовки, проведения НИР, анализа полученных данных, формулировки выводов и рекомендаций в области аналитической химии	Осознанно, но с небольшими затруднениями владеет методами планирования, подготовки, проведения НИР, анализа полученных данных, формулировки выводов и рекомендаций в области аналитической химии	Полностью и осознанно владеет методами планирования, подготовки, проведения НИР, анализа полученных данных, формулировки выводов и рекомендаций в области аналитической химии

З1 (ПК-4) ЗНАТЬ: современные информационные технологии, информационное обеспечение интернет-конференций, требования к содержанию и правила оформления рукописей к публикации в рецензируемых научных изданиях	Фрагментарные представления о современных информационных технологиях, информационном обеспечении интернет-конференций, требованиях к содержанию и правилам оформления рукописей в рецензируемых научных изданиях	Неполные представления о современных информационных технологиях, информационном обеспечении интернет-конференций, требованиях к содержанию и правилам оформления рукописей в рецензируемых научных изданиях	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы представления о современных информационных технологиях, информационном обеспечении интернет-конференций, требованиях к содержанию и правилам оформления рукописей в рецензируемых научных изданиях	Сформированные систематические представления о современных информационных технологиях, информационном обеспечении интернет-конференций, требованиях к содержанию и правилам оформления рукописей в рецензируемых научных изданиях
В1 (ПК-5) ВЛАДЕТЬ: навыками составления и подачи конкурсных заявок, в том числе международных, на выполнение НИР по аналитической химии, представления результатов НИР в виде печатных материалов и устных сообщений	Отсутствие навыков составления и подачи конкурсных заявок, в том числе международных, на выполнение НИР по аналитической химии, представления результатов НИР в виде печатных материалов и устных сообщений	Недостаточно сформированные навыки составления и подачи конкурсных заявок, в том числе международных, на выполнение НИР по аналитической химии, представления результатов НИР в виде печатных материалов и устных сообщений	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы навыки составления и подачи конкурсных заявок, в том числе международных, на выполнение НИР по аналитической химии, представления результатов НИР в виде печатных материалов и устных сообщений	Сформированные навыки составления и подачи конкурсных заявок, в том числе международных, на выполнение НИР по аналитической химии, представления результатов НИР в виде печатных материалов и устных сообщений
З1 (ПК-6) ЗНАТЬ: современные методики и подходы теоретического и экспериментального решения комплексных химических задач с привлечением современного парка инновационного оборудования в рамках НИР	Фрагментарные представления о современных методиках и подходах теоретического и экспериментального решения комплексных химических задач в рамках НИР	Неполные представления о современных методиках и подходах теоретического и экспериментального решения комплексных химических задач в рамках НИР	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы представления о современных методиках и подходах теоретического и экспериментального решения комплексных химических задач в рамках НИР	Сформированные систематические представления о современных методиках и подходах теоретического и экспериментального решения комплексных химических задач в рамках НИР