МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Новосибирский институт органической химии им. Н.Н. Ворожцова
Сибирского отделения Российской академии наук
(НИОХ СО РАН)

УТВЕРЖДАЮ
Директор НИОХ СО РАН
д.ф.-м.н., проф. Е.Г. Багрянская
_____
«12» 04 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ «АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ»

Научная специальность 1.4.2. Аналитическая химия (химические науки)

Одобрено Ученым советом НИОХ СО РАН
Протокол № 3 от 12 04 2022

Новосибирск 2022

Рабочая программа дисциплины «Аналитическая химия» образовательного компонента основной образовательной программы высшего образования – программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре НИОХ СО РАН по научной специальности 1.4.2. Аналитическая химия, реализуемой в очной форме обучения на русском языке в соответствии с федеральными государственными требованиями.

АННОТАЦИЯ ПРОГРАММЫ

Цель освоения учебной дисциплины: формирование системы углубленных профессиональных знаний теоретических и методологических основ аналитической химии, закономерностей классических и современных аналитических методов, возможностей их применения для решения задач органической химии, экологии, биологии и медицины, с использованием в том числе компьютерных методов обработки данных.

Место дисциплины в учебном плане: освоение дисциплины является обязательным и осуществляется на втором-четвертом курсах обучения (3-7 семестры) в соответствии с календарным учебным графиком.

Виды учебной работы: самостоятельная работа.

Формы аттестации по дисциплине: промежуточная аттестация проводится в форме кандидатского экзамена в седьмом семестре.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 з.е. (288 ч.), в том числе:

- самостоятельная работа аспиранта - 282 ч.
- промежуточная аттестация в форме кандидатского экзамена - 6 ч.

Содержание дисциплины:

1. Общие вопросы
2. Методы анализа
   - 2.1. Химические методы
   - 2.2. Физические методы
   - 2.3. Биологические методы
   - 2.4. Хроматографические методы
   - 2.5. Другие методы разделения и концентрирования
3. Метрология и хемометрика
   - 3.1. Метрологические основы химического анализа
   - 3.2. Компьютерные методы в аналитической химии
4. Анализ конкретных объектов
   - 4.1. Аналитический цикл и стадии анализа
   - 4.2. Пробоотбор и пробоподготовка

Разработчики: к.х.н. Я.В. Зонов,
заведующий аспирантурой НИОХ СО РАН
к.х.н. В.Д. Тихова
зав. лабораторией микроанализа НИОХ СО РАН
к.х.н. А.В. Сайко
зав. ЦКАЛ НИОХ СО РАН

Оглавление

1. Общая характеристика дисциплины 4
1.1. Цели изучения дисциплины 4
1.2. Планируемые результаты освоения дисциплины 4
1.3. Трудоемкость дисциплины, вид учебной деятельности и форма промежуточной аттестации 4
2. Содержание дисциплины 4
2.1. Химические методы 5
2.2. Физические методы 7
2.3. Биологические методы 8
2.4. Хроматографические методы 8
2.5. Другие методы разделения и концентрирования 9
3. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы аспирантов 11
4. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине 11
4.1. Порядок проведения текущего контроля и промежуточной аттестации 11
4.2. Критерии и шкалы оценивания результатов обучения по дисциплине 12
5. Типовые контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения 13
5.1. Примеры практических задач 13
5.2. Примеры экзаменационных вопросов 13
6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины 14
6.1. Рекомендуемая литература 14
6.2. Дополнительная литература 14
6.3. Программное обеспечение и ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» 14
7. Материальное обеспечение дисциплины 15

1. Общая характеристика дисциплины

1.1. Цели изучения дисциплины

Цель освоения учебной дисциплины: формирование системы углубленных профессиональных знаний теоретических и методологических основ аналитической химии, закономерностей классических и современных аналитических методов, возможностей их применения для решения задач органической химии, экологии, биологии и медицины, с использованием в том числе компьютерных методов обработки данных.

1.2. Планируемые результаты освоения дисциплины

В результате изучения дисциплины аспирант должен:

Знать:
- теоретические и методологические основы аналитической химии
- подходы и виды пробоотбора
- основные стадии аналитического анализа, виды пробоподготовок
- принцип и виды методов разделения и концентрирования
- физико-химические основы химических, физических и физико-химических методов анализа
- основные метрологические характеристики методов и методик, принципы обработки и представления результатов анализа

Уметь:
- выбирать метод анализа исходя из природы анализируемого объекта
- проводить анализ согласно нормативной или научной документации
- оптимизировать условия анализа согласно выбранному аналиту и объекту анализа на основании их физико-химических свойств
- проводить оценку правильности методик анализа, а также их метрологические характеристики

Владеть:
- подходами к анализу объектов различного происхождения
- знаниями о метрологических характеристиках различных методов и их сопоставлении

1.3. Трудоемкость дисциплины, вид учебной деятельности и форма промежуточной аттестации

Трудоемкость дисциплины – 8 з.е. (288 ч).

Форма промежуточной аттестации: 7 семестр – кандидатский экзамен.

Виды деятельности	Трудоемкость, по учебным семестрам, час				
	3 семестр	4 семестр	5 семестр	6 семестр	7 семестр
Самостоятельная работа	36	72	72	72	30
Промежуточная аттестация	-	-	-	-	6
Всего	36	72	72	72	36

2. Содержание дисциплины

Раздел дисциплины	Объем учебной нагрузки (час)	Семестр
	Самостоятельная работа	
1. Общие вопросы Предмет аналитической химии. Цели и особенности аналитической химии. Взаимосвязь аналитической химии с другими науками, значение для общества. Междисциплинарный характер современной аналитической	15	3

химии. Аналитические задачи: обнаружение, идентификация, определение веществ. Химические, физические и биологические методы аналитической химии. Методы обнаружения, идентификации, разделения и концентрирования, определения; гибридные и комбинированные методы. Методы прямые и косвенные. Основные характеристики методов определения: коэффициент чувствительности, предел обнаружения, диапазон определяемых содержаний, воспроизводимость, правильность, селективность. Метод и методика. Виды химического анализа: изотопный, атомный, структурно-групповой (функциональный), молекулярный, вещественный, фазовый. Макро-, микро-, ультрамикроанализ. Специфичные свойства отдельных видов анализа: локальный, неразрушающий, дистанционный, непрерывный, внелабораторный (полевой).		
2. Методы анализа		
2.1. Химические методы		
2.1.1. Теоретические основы Количественные характеристики равновесий: термодинамическая и концентрационные константы, стандартный и формальный потенциалы, мольная доля компонента. Расчеты активностей и равновесных концентраций компонентов. Кислотно-основное равновесие. Развитие представлений о кислотах и основаниях. Краткий исторический аспект. Использование протолитической теории Брестеда-Лоури для описания кислотно-основных равновесий. Растворители и их свойства: классификация. Влияние свойств растворителей на равновесие кислотно-основных реакций. Константы кислотности и основности. Буферные растворы. Понятие буферной емкости. Вычисление pH различных кислотно-основных систем. Комплексообразование. Типы комплексных соединений, используемых в химическом анализе. Ступенчатое комплексообразование. Константы устойчивости и их расчет в зависимости от условий реакций комплексообразования. Инертные и лабильные комплексы. Примеры использования комплексов в аналитических целях. Окислительно-восстановительное равновесие. Обратимые и необратимые реакции. Уравнение Нернста. Методы измерения потенциалов. Константы равновесия. Механизм окислительно-восстановительных реакций. Каталитические, автокаталитические, сопряженные и индуцированные окислительно-восстановительные реакции. Влияние комплексообразования и осаждения на формальный потенциал. Примеры использования реакций комплексообразования в аналитических целях. Процессы осаждения. Равновесия в системе жидкость - твердая фаза. Константы равновесия; растворимость. Условия образования и свойства кристаллических и аморфных осадков. Коллоидные системы. Загрязнения и	25	3-4

	условия получения чистых осадков. Принципы вычисления растворимости при наличии конкурирующего равновесия. Органические реагенты в химическом анализе. Функционально-аналитические группы. Влияние структуры органических реагентов на их свойства. Теоретические основы взаимодействия органических реагентов с ионами металлов.		
	2.1.2. Гравиметрические методы Сущность, значение, достоинства и ограничения гравиметрических методов. Осаждаемая и весовая формы, требования, предъявляемые к ним. Важнейшие неорганические и органические осадители. Гравиметрический фактор. Расчеты в гравиметрии.	10	4
	2.1.3. Титриметрические методы Сущность титриметрических методов анализа. Основные закономерности. Первичные и вторичные стандарты. Виды титрования (прямое, обратное, косвенное). Метод пипетирования и отдельных навесок. Кривые титрования. Точка эквивалентности, конечная точка титрования. Кислотно-основное титрование в водных средах. Кривые титрования для одно- и многоосновных систем. Понятие об индикаторах и их выбор. Граничные условия и возможности кислотно-основного титрования. Особенности титрования в органических и смешанных растворах. Окислительно-восстановительное титрование. Первичные и вторичные стандартные растворы. Кривые титрования. Индикаторы. Предварительное окисление и восстановление определяемых соединений. Краткая характеристика различных методов: перманганатометрии, дихроматометрии, иодометрии, цериметрии, броматометрии. Комплексометрическое титрование. Использование аминополикарбоновых кислот в комплексонометрии. Комплексон П и Ш – как титранты. Особенности комплексообразования. Важнейшие универсальные и специфические металлохромные индикаторы. Сущность комплексонометрического титрования. Практическое использование. Осадительное титрование. Условия протекания титрования, его сущность. Кривые титрования. Методы индикации конечной точки титрования. Индикаторы в осадительном титровании.	30	4
	2.1.4. Электрохимические методы. Основные процессы, протекающие на электродах в электрохимической ячейке. Поляризационная кривая. Классификация методов. Потенциометрия. Равновесные электрохимические системы и их характеристики. Ионометрия: возможности метода и ограничения. Типы ионселективных электродов и их характеристики. Потенциометрическое титрование с неполяризованными и поляризованными электродами.	15	4

	Кулонометрия. Прямая потенциостатическая и гальваностатическая кулонометрия. Кулонометрическое титрование, его аналитические возможности и преимущества. Вольтамперометрия и полярография. Вольтамперометрия органических и неорганических соединений. Метрологические характеристики различных вариантов вольтамперометрии, возможности и ограничения методов. Инверсионная вольтамперометрия и ее применение в анализе. Прямые и косвенные вольтамперометрические методы. Кондуктометрия. Принцип метода и его использование в аналитической практике.		
	2.2. Физические методы		
	2.2.1. Методы атомной оптической спектроскопии. Теоретические основы Атомные спектры эмиссии, поглощения и флуоресценции. Резонансное поглощение. Самопоглощение, ионизация. Аналитические линии. Зависимость аналитического сигнала от концентрации. Атомно-эмиссионная спектроскопия. Возбуждение проб в пламени, в дуговом и искровом разрядах. Индуктивно связанная плазма. Регистрация спектра. Идентификация и определение элементов по эмиссионным спектрам. Физические и химические помехи. Внутренний стандарт. Подавление мешающих влияний матрицы и сопутствующих элементов. Примеры использования. Атомно-абсорбционная спектроскопия. Сущность метода. Источники излучения. Пламенная атомизация. Характеристики пламен и их выбор. Электротермическая атомизация. Типы электротермических атомизаторов. Способы подготовки пробы. Помехи: химические и физические. Чувствительность и селективность. Примеры использования. Атомно-флуоресцентная спектроскопия. Принцип метода. Способы возбуждения атомов (УФ излучение, лазер). Взаимное влияние элементов и устранение этих влияний.Практическое применение.	20	4-5
	2.2.2. Методы молекулярной оптической спектроскопии. Молекулярные спектры поглощения, испускания. Основные законы светопоглощения и испускания. Рассеяние света. Поляризация и оптическая активность. Способы измеренияаналитического сигнала. Спектрофотометрия. Закон Бугера-Ламберта-Бера. Способы определения концентрации веществ. Анализ многокомпонентных систем. Достоинства и ограничения методов. Практическое применение. Люминесцентные методы. Виды люминесценции. Основные закономерностимолекулярной люминесценции. Качественный и количественный анализ. ИК и КР спектроскопия. Колебательные и вращательные спектры. Качественный и количественный	15	5

	анализ. Особенности анализа проб в различном агрегатном состоянии. Поляриметрия. Принципы метода и области применения?		
	2.2.3. Методы масс-спектрометрии Способы масс-спектрального анализа, регистрация и интерпретация спектров. Качественный и количественный анализ. Хромато-масс-спектрометрия. Методы ионизации органических соединений. Типы масс-спектрометрических детекторов.	10	5
	2.3. Биологические методы Сущность методов, их преимущества и ограничения. Специфика биологичеких методов анализа. Индикаторные организмы, их типы. Аналитический сигнал и способы его регистрации. Определение физиологически неактивных соединений (химико-биологические методы). Метрологические характеристики. Области применения.	10	5
	2.4. Хроматографические методы		
	2.4.1. Теоретические основы Основные понятия. Параметры удерживания. Эффективность, селективность, разрешение пиков. Теория теоретических тарелок. Кинетическая теория. Уравнение Ван-Деемтера. Классификация хроматографических методов. Количественный анализ. Двумерная хроматография.	10	5
	2.4.2. Газовая хроматография. Газо-адсорбционная (газо-твердофазная) хроматография Сущность метода. Изотермы адсорбции. Требования к газам-носителям и адсорбентам. Примеры используемых адсорбентов. Химическое и адсорбционное модифицирование поверхности адсорбента. Влияние температуры на удерживание и разделение. Газовая хроматография с программированным подъемом температуры. Детекторы. Примеры применения. Газо-жидкостная хроматография. Принцип метода. Объекты исследования. Требования к носителям и неподвижным жидким фазам. Влияние природы жидкой фазы и разделяемых веществ на эффективность разделения. Высокоэффективная капиллярная газовая хроматография. Сущность метода. Реакционная газовая хроматография. Применение для идентификации веществ, для анализа сложных смесей, объектов окружающей среды.	20	5
	2.4.3. Жидкостная хроматография. Высокоэффективная жидкостная хроматография. Сущность метода. Требования к адсорбентам и подвижной фазе. Элюирующая сила подвижных фаз. Колонки для ВЭЖХ, конструкционные особенности, оценка качества. Физико-химические взаимодействия в хроматографической системе. Влияние природы и состава	20	6

	элюента на эффективность разделения. Механизмы удерживания: нормально-фазовый, обращенно-фазовый, гидрофильный. Выбор условий разделения. Детекторы. Применение для анализа сложных смесей. Хиральная жидкостная хроматография. Гель-проникающая жидкостная хроматография. Сущность и основы методов. Ионообменная хроматография. Неорганические и органические ионообменники и их свойства. Комплексообразующие ионообменники. Кинетика и селективность ионного обмена. Влияние природы и состава элюента на селективность разделения веществ. Примеры применения. Ионная хроматография. Особенности метода. Двухколоночный и одноколоночный варианты метода. Сорбенты. Детекторы. Примеры применения. Тонкослойная хроматография. Параметры ТСХ. Адсорбенты и пластины. Нанесение пробы. Способы проведения ТСХ. Идентификация. Количественный анализ. Сущность метода и области применения.		
	2.5. Другие методы разделения и концентрирования Процессы и реакции, лежащие в основе методов. Термодинамические и кинетические характеристики разделения и концентрирования. Классификация методов. Сочетание разделения и концентрирования с методами определения. Принципы выбора метода. Сорбционные методы. Классификация по механизму взаимодействия вещества с сорбентом, способу осуществления процесса, геометрическим признакам неподвижной фазы. Количественное описание сорбционных процессов. Сорбенты. Экстракция. Сущность метода. Закон распределения. Основные количественные характеристики. Классификация экстракционных процессов по типу используемого экстрагента, типу образующихся соединений, технике осуществления. Основные типы соединений, используемых в экстракции. Классы экстрагентов.	17	6
	3. Метрология и хемометрика		
	3.1. Метрологические основы химического анализа Аналитический сигнал. Результат анализа как случайная величина. Основные виды погрешностей, способы их классификации, основные источники погрешностей. Систематические погрешности в химическом анализе. Правильность и способы проверки правильности. Законы сложения погрешностей. Релятивизация, контрольный опыт. Рандомизация. Случайные погрешности в химическом анализе. Генеральная и выборочная совокупности результатов химического анализа. Закон нормального распределения результатов анализа, его проверка. Распределение Пуассона. Статистика малых выборок. Воспроизводимость. Статистические критерии:	25	6

	математическое ожидание (генеральное среднее) и генеральная дисперсия случайной величины, выборочное среднее, дисперсия, стандартное отклонение, доверительная вероятность и доверительный интервал. Сравнение двух (критерий Фишера) и нескольких (критерии Бартлера, Кокрена) дисперсий. Сравнение двух (критерий Стьюдента) и нескольких (критерий Фишера) средних результатов химического анализа. Чувствительность. Коэффициент чувствительности. Предел обнаружения, нижняя граница определяемых содержаний, их статистическая оценка. Погрешности отдельных стадий анализа и конечного результата. Применение дисперсионного анализа для оценки погрешностей отдельных стадий и операций химического анализа. Проверка значимости выборочного коэффициента корреляции. Использование корреляционного анализа для проверки независимости двух аналитических методик. Применение регрессионного анализа для построения градуировочных зависимостей. Нахождение содержания вещества по градуировочной зависимости, статистическая оценка результата. Стандартные образцы. Аттестация и стандартизация методик.		
	3.2. Компьютерные методы в аналитической химии Пути использования ЭВМ в аналитической химии. Многомерные данные в химическом анализе. Первичная обработка данных. Коррелированные данные; понятие об анализе главных компонентов (факторном анализе). Многомерные регрессия и градуировка. Понятие о методах классификации и распознавании образов, кластерном анализе. Построение и использование градуировочных зависимостей. Фурье-преобразование, его использование для фильтрации шумов и снижения пределов обнаружения. Расчеты химических равновесий.	15	6-7
4. Анализ конкретных объектов			
	4.1. Аналитический цикл и стадии анализа Выбор метода и схемы анализа, отбор пробы, подготовка пробы (разложение, разделение, концентрирование и другие операции), получение аналитической формы, измерение аналитического сигнала, обработка результатов измерений.	10	7
	4.2. Пробоотбор и пробоподготовка Представительность пробы. Отбор проб гомогенного и гетерогенного состава; средних проб твердых, жидких и газообразных веществ. Основные операции перевода пробы в форму, удобную для анализа. Наиболее значимые объекты анализа. Органические вещества (природные и синтетические, элементоорганичекие, полимеры, продукты нефтепереработки, белки, жиры, углеводы, пестициды). Биологические и медицинские объекты. Элементный анализ органических веществ. Определение основных компонентов и примесей.	15	7

	Санитарно-гигиенический контроль. Объекты окружающей среды. Основные источники загрязнений и основные загрязнители; методы их определения. Анализ стойких органических загрязнителей. Определение суммарных показателей (ХПК, БПК и др.). Тест-методы.		

3. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы аспирантов

Содержание самостоятельной работы аспирантов – систематическое и последовательное самостоятельное освоение учебного материала, совершенствование навыка самоорганизации для непрерывного повышения профессиональной квалификации.

На протяжении каждого семестра аспиранты должны осуществлять планирование времени, необходимого для внеаудиторного самостоятельного освоения дисциплины, предусматривая при этом регулярное повторение материала.

В процессе освоения дисциплины и подготовки к прохождению текущего контроля и промежуточной аттестации в форме кандидатского экзамена аспиранты используют рекомендуемую основную и дополнительную литературу, программное обеспечение и ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», а также любую доступную литературу по научной специальности, самостоятельно изучая отдельные разделы дисциплины.

Аспиранты обеспечиваются местами для выполнения самостоятельной работы.

Самостоятельная работа аспирантов осуществляется каждым аспирантом в индивидуальном порядке.

4. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине

4.1. Порядок проведения текущего контроля и промежуточной аттестации

Текущий контроль успеваемости

Программой дисциплины в 5 семестре (сентябрь-октябрь, дата и назначается отделом аспирантуры по согласованию с научным руководителем и ответственным за проведение испытания не менее, чем за 14 дней) для проверки знаний о существующих методах анализа веществ и их областей применения, умения найти подходы к анализу различных объектов, предполагается выполнение практического задания по расшифровке состава и количественного содержания компонентов неизвестного образца. Ее успешное прохождение является необходимым условием для получения допуска к промежуточной аттестации по дисциплине в форме кандидатского экзамена.

Задача состоит в определении качественного и количественного состава предоставленного образца. Для ее выполнения на основе имеющейся информации об образце необходимо:

1. выбрать методы и методики анализа для качественной идентификации компонентов, провести анализ и обработку результатов анализа;
2. выбрать методы и методики анализа для количественного определения компонентов, провести анализ и обработку результатов анализа;
3. предоставить результаты расшифровки смеси: перечень использованных методик анализа и обоснование их выбора, формулы индивидуальных компонентов, результаты количественного анализа и их метрологическую обработку.

Работа оценивается в 300 баллов, для успешного прохождения требуется набрать не менее 150 баллов, срок выполнения: 2 недели. Результаты представляются в форме презентации. Результаты оцениваются следующим образом: при верной **качественной** идентификации всех компонентов и обосновании выбора использованных методов присваивается **150 баллов** (количество баллов пропорционально делится на количество компонентов в смеси), при верной **количественной** идентификации всех компонентов (с

приведением метрологической обработки результатов) и обосновании выбора использованных методов присваивается еще **150 баллов** (количество баллов пропорционально делится на количество компонентов в смеси). Аспиранты, получившие неудовлетворительные результаты при решении практической задачи, могут быть допущены к кандидатскому экзамену только в случае успешного прохождения данной контрольной точки повторно.

Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме кандидатского экзамена по специальности 1.4.2 Аналитическая химия, который проводится в устной форме. Экзаменуемый получает три теоретических вопроса из программы кандидатского экзамена по соответствующей специальности. Четвертый экзаменационный вопрос предусматривает собеседование экзаменуемого с членами экзаменационной комиссии по заранее подготовленному им реферату по теме диссертационной работы. Порядок проведения экзамена определяется Положением о кандидатских экзаменах и о порядке прикрепления к НИОХ СО РАН лиц для сдачи кандидатских экзаменов.

Экзаменационная комиссия отдельно оценивает ответ на каждый из четырех вопросов и выставляет общую оценку за экзамен. Уровень знаний аспиранта определяется экзаменационной комиссией с выставлением оценки «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно». Экзаменуемый, получивший неудовлетворительную оценку за один из вопросов, получает за экзамен оценку "неудовлетворительно".

4.2. Критерии и шкалы оценивания результатов обучения по дисциплине

Критерии оценивания результатов обучения	**Шкала оценивания**
Теоретические вопросы: – наличие полных ответов на все вопросы с непринципиальными неточностями – логичность и аргументированность ответов – точность и корректность применения терминов и понятий – способность самостоятельно выбрать и объяснить подходы к анализу различных объектов на основании знаний о физико-химических принципах различных видов методов анализа ***Реферат:*** – полное соответствие материала обзора выбранной теме, при высокой полноте охвата литературных данных – наличие критического анализа при изложении материала – высокая наглядность представление материала и качество оформления документа	*Отлично*
Теоретические вопросы: – наличие достаточно полных ответов на все вопросы с несущественными упущениями – логичность и аргументированность ответов с несущественными ошибками, не касающимися базовых основ предмета – точность и корректность применения терминов и понятий при наличии незначительных ошибок – способность самостоятельно выбрать и объяснить подходы к анализу различных объектов на основании знаний о физико-химических принципах различных видов методов. ***Реферат:*** – полное соответствие материала обзора выбранной теме, охвачена основная часть литературных данных по теме	*Хорошо*

– наличие критического анализа для основной части изложенного материала – умеренная наглядность представление материала и качество оформления документа	
Теоретические вопросы: – наличие ответов на все вопросы, часть из которых неполные и/или с существенными ошибками – наличие ошибок в логике и аргументации ответов по отдельным вопросам – корректность применения терминов и понятий при наличии незначительных ошибок – способность самостоятельно выбрать и объяснить подходы к анализу различных объектов на основании знаний о физико-химических принципах различных видов методов анализа ***Реферат:*** – практически полное соответствие материала обзора выбранной теме, охвачена значительная, но не основная часть литературных данных по теме – наличие отдельных элементов критического анализа для части изложенуого материала – невысокая наглядность представление материала и качество оформления документа	*Удовлетвор ительно*
Теоретические вопросы: – наличие ответов не на все вопросы, часть из которых неполные и/или с существенными ошибками – отсутствие структурированности, логичности и аргументированности в изложении материала – значительны ошибки в применении терминов и понятий – неспособность самостоятельно выбрать и объяснить подходы к анализу различных объектов на основании знаний о физико-химических принципах различных видов методов анализа ***Реферат:*** – неполное соответствие материала обзора выбранной теме и/или не охвачена большая часть литературных данных по теме – отсутствие критического анализа при изложении материала – низкая наглядность представление материала и качество оформления документа	*Неудовлетв орительно*

5. Типовые контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения

5.1. Примеры практических задач

1. Выберите методы идентификации и количественного определения компонентов раствора осадителя тяжелых металлов. В состав входит 1 органический и 1 неорганический сульфид, система стабилизирована основанием.
2. Выберите методы идентификации и количественного определения компонентов смеси. В состав входит 2 вещества природного происхождения.
3. Выберите методы идентификации и количественного определения компонентов смеси. В состав входит 3 бетулин-производных вещества.

5.2. Примеры экзаменационных вопросов

1. Атомно-эмиссионная спектрометрия. Принцип метода, его характеристики, способы возбуждения пробы. Примеры использования, достоинства и ограничения.
2. Экстракция. Сущность метода. Основные количественные характеристики. Классификация экстракционных процессов по типу используемого экстрагента, типу образующихся соединений, технике осуществления. Классы экстрагентов.

3. Метрологические основы химического анализа. Основные виды погрешностей, способы их классификации, основные источники погрешностей. Способы проверки правильности.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Рекомендуемая литература

1. Основы аналитической химии: В 2 кн.: Кн. 1: Общие вопросы; Методы разделения: Учебник для вузов /Под ред. Золотова Ю.А. Изд. 3-е, перераб., доп. Классический университетский учебник М.: Высшая школа, 2004 -358.
2. Основы аналитической химии: В 2 кн.: Кн. 2: Методы химического анализа: Учебник для вузов /Под ред. Золотова Ю.А.). Изд. 3-е, перераб., доп. Классический университетский учебник М.: Высшая школа, 2004. – 346 с.
3. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа (в 2-х томах) / Под ред.А.А.Ищенко. – М.: Издательский центр «Академия», 2010.
4. Аналитическая химия. Проблемы и подходы (в 2-х томах) / Под ред. Р.Кельнера, Ж.-М.Мерме, М.Отто, Г.М.Видмера. М.: АСТ, 2004.
5. Кристиан Г. Аналитическая химия (в 2-х томах) / М.: Бионом. Лаборатория знаний,2008.
6. Аналитическая химия (в 3-х томах) / Под ред. Л.Н.Москвина. – М.: Издательский центр«Академия», 2008.- 308, 304 с.
7. Шараф М.А., Иллмен Л., Ковальски Б.Р. Хемометрика / Пер. с англ. Л.: Химия, 1989.
8. Отто М. Современные методы аналитической химии. Т.2. М.: Техносфера, 2004. – 288 с.
9. Сакодынский К.И., Бражников В.В., Волков С.А., Зевельский В.Ю., Ганкина Э.С., Шатц В.Д.. Аналитическая хроматография. М.:Химия, 1993. – 464 с.
10. Сычев К.С. Практическое руководство по жидкостной хроматографии. Техносфера. 2010. – 272 с.

6.2. Дополнительная литература

1. Хенце Г. Полярография и вольтамперометрия. М.: Бионом. Лаборатория знаний, 2011.- 284 с.
2. 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.
3. Пентин Ю.А., Курамшина Г.М. Основы молекулярной спектроскопии. М.: Бионом. Лаборатория знаний, 2008.- 398 с.
4. Шмидт В. Оптическая спектроскопия для химиков и биологов. М.: Техносфера, 2007.-368 с.
5. Беккер Ю. Хроматография. Инструментальная аналитика: методы хроматографии и капиллярного электрофореза. М.: Техносфера, 2009. 472 с.
6. Скуг Д., Уэст Д. Основы аналитической химии / Пер. с англ. В 2 т. М.: Мир, 1979.
7. Гольдберг К.А., Вигдергауз М.С. Введение в газовую хроматографию. М.: Химия, 1990.
8. Перес-Бендито Д., Сильва М. Кинетические методы в аналитической химии. М.: Мир, 1991.
9. Хмельницкий Р.А., Бродский Е.С. Хромато-масс-спектрометрия. М.: Химия, 1983.
10. Другов Ю.С., Зенкевич И.Г., Родин А.А. Газохроматографическая идентификация загрязнений воздуха, воды, почвы и биосред. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2005. – 752 с.

6.3. Программное обеспечение и ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

- Стандартный комплект программного обеспечения (ПО), включающий регулярно обновляемое лицензионное ПО Windows и MS Office
- Российский химико-аналитический портал (http://www.anchem.ru)
- Реферативно-поисковая база данных Reaxys (Elsevier)
- Реферативно-библиографическая база данных Scopus (Elsevier)

- Реферативно-библиографическая база данных Scifinder (Chemical Abstracts Service)
- Библиометрическая база данных Web of Science Core Collection (Thomson Reuters Scientific LLC.)
- База данных полнотекстовых научных журналов JSTOR.
- Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки (ЭБД РГБ)
- Электронные ресурсы российской научной библиотеки eLibrary.ru
- Электронные ресурсы издательства American Chemical Society (ACS)
- Электронные ресурсы издательства Annual Reviews
- Электронные ресурсы Freedom Collection издательства Elsevier
- Электронные ресурсы издательства The Royal Society of Chemistry (RSC)
- Электронные ресурсы издательства Wiley
- Ресурсы центра научно-технической сети STN

7. Материальное обеспечение дисциплины

НИОХ СО РАН обеспечивает аспирантов специальными помещениями для самостоятельной работы, помещениями для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации:

- Конференц-зал главного корпуса НИОХ СО РАН;
- Конференц-зал НТК НИОХ СО РАН;
- Комната им. акад. Г.А. Толстикова;
- Помещение модуля ЛФИ;
- Комната для занятий № 413 НТК НИОХ СО РАН;
- Помещение читального зала библиотеки НИОХ СО РАН
- Рабочие места в лабораториях структурных подразделений НИОХ СО РАН