

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ОРЛОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени И.С. ТУРГЕНЕВА»

ПРОГРАММА
ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ
**МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЙ ЭКЗАМЕН
ПО АНАЛИТИЧЕСКОЙ ХИМИИ**

направление подготовки
04.04.01 Химия
Профиль: Аналитическая химия

2024

Целью проведения вступительного испытания является предоставление возможности поступающему в магистратуру продемонстрировать свои знания (исследование состава, строения и свойств веществ, закономерностей протекания химических процессов, решение фундаментальных и прикладных задач в области аналитической химии) и подтвердить готовность к дальнейшему обучению в соответствии с фундаментальной и специальной подготовкой.

Задачи вступительного испытания: знание уровней организации вещества и химических систем, умение идентифицировать исходные структуры, определять их взаимосвязи, принципы организации, условия функционирования, механизмы сохранения и пределы устойчивости химических систем.

При подготовке к вступительному испытанию поступающий в магистратуру должен в полном объеме изучить все темы и вопросы, предусмотренные программой, воспользовавшись рекомендуемым списком литературы.

Требования к уровню подготовки поступающих **Поступающий должен:**

Знать: основные законы и понятия химии; метрологические основы химического анализа, типы реакций в аналитической химии, их основные закономерности; основные методы анализа (химические и инструментальные); понимать роль аналитической химии в системе наук; представления о химическом составе объектов окружающей среды и методах их исследования.

Уметь: планировать химический эксперимент и интерпретировать полученные результаты; рассчитывать аналитический сигнал; применять теоретические знания при решении расчетных задач.

Владеть: понятийным аппаратом аналитической химии; теоретическими основами методов химического анализа.

Форма проведения и продолжительность вступительного испытания

Вступительное испытание проводится с использованием дистанционных технологий. Вступительное испытание проводится в форме тестирования.

Общая продолжительность выполнения экзаменационной работы составляет 1 час 40 минут (100 минут).

Критерии оценки и структура экзаменационных заданий

Экзаменационные задания распределены на три части:

- в части 1 используются тестовые задания закрытого типа с выбором одного ответа (из четырех предложенных); за каждый правильный ответ экзаменуемый получает по 1 баллу, максимальное время на выполнение одного задания составляет 1 минуту, количество заданий - 60;

- в части 2 используются тестовые задания закрытого типа с выбором множественного ответа (из пяти предложенных), тестовые задания на установление последовательности, тестовые задания на установление соответствия, тестовые задания открытого типа (с открытым вопросом) с учетом падежа, склонения, с кратким ответом (без записи решения); за каждое полностью правильно выполненное задание экзаменуемый получает по 2 балла, максимальное время на выполнение одного задания составляет 2 минуты, количество заданий - 10;

- в части 3 – тестовые задания открытого типа (с открытым вопросом) с развернутым ответом (полная запись ответа с обоснованием), максимальное время на выполнение одного задания составляет 5 минут, количество заданий - 4;

Критерии оценивания заданий части 3 представлены в таблице 1:

Таблица 1

Критерии оценивания заданий части 3

№ задания	Критерии оценивания	Балл
1	Дано полное, логичное определение понятия, с использованием терминологического аппарата науки	1
	В полном объеме указаны свойства соединений (или систем), определяющие их использование в анализе	1
	Перечислены области применения соединений (или систем) в анализе (не менее 3-х)	1
	Приведены примеры (не менее 2-х) соединений (или систем)	1
	Приведены примеры (не менее 2-х) использования соединений (или систем) в анализе	1
Максимальное количество баллов за задание		5
2	Дано полное, логичное, определение методов анализа, с использованием терминологического аппарата науки	1
	Перечислены все виды рассматриваемых методов	1
	Перечислены все требования к химическим реакциям и процессам, используемым в рассматриваемом методе, для каждого вида требований приведены примеры и записаны уравнения возможных химических реакций	1
	Дано полное, логичное определение видов рассматриваемого метода анализа, с использованием терминологического аппарата науки	1
	Приведены схемы (не менее 2-х) различных видов кривых титрования, используемых в рассматриваемом методе	1
Максимальное количество баллов за задание		5

3	Правильно записаны уравнения реакции (или реакций), соответствующих условию задания	1
	Правильно произведены вычисления, в которых используются необходимые физические величины, заданные в условии задания;	1
	Продемонстрирована логически обоснованная взаимосвязь физических величин, на основании которых проводятся расчёты;	2
	В соответствии с условием задания определена искомая физическая величина	1
Максимальное количество баллов за задание		5*
4	Правильно записаны уравнения реакции (или реакций), соответствующих условию задания	1
	Правильно произведены вычисления, в которых используются необходимые физические величины, заданные в условии задания;	1
	Продемонстрирована логически обоснованная взаимосвязь физических величин, на основании которых проводятся расчёты;	2
	В соответствии с условием задания определена искомая физическая величина	1
Максимальное количество баллов за задание		5*
* <i>Примечание.</i> В случае, когда в ответе содержится ошибка в вычислениях, которая привела к неверному ответу, оценка за выполнение задания снижается только на 1 балл.		

За первую часть поступающий может максимально получить 60 баллов, за вторую – 20, за третью – 20. Таким образом, максимальная сумма, которую может набрать поступающий в магистратуру на вступительном испытании, равна 100 баллов.

Минимальное количество баллов, подтверждающее успешное прохождение вступительного испытания

Минимальное количество баллов, подтверждающее успешное прохождение вступительных испытаний, при приеме на обучение по программам магистратуры в ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева» составляет 51 балл.

Содержание программы

Раздел 1. Предмет аналитической химии

Индивидуальность аналитической химии, ее место в системе наук, связь с практикой. Значение аналитической химии в науке, экономике и других сферах. Основные аналитические проблемы: снижение предела обнаружения; повышение точности и избирательности; обеспечение экспрессности; анализ без разрушения; локальный анализ; дистанционный анализ. Виды анализа: изотопный, элементный, структурно-групповой (функциональный), молекулярный, вещественный, фазовый.

Основные этапы развития аналитической химии. Современное состояние и тенденции развития аналитической химии: инструментализация, автоматизация, математизация, миниатюризация, увеличение доли физических методов, переход к многокомпонентному анализу, создание сенсоров и тест-методов. Научная химико-аналитическая литература.

Химические, физические и биологические методы анализа. Макро-, микро- и ультрамикрoанализ.

Раздел 2. Методы обнаружения и идентификации

Задачи и выбор метода обнаружения и идентификации химических соединений. Идентификация атомов, ионов и веществ. Групповые реагенты и систематический анализ, специфические реагенты и дробный анализ. Наиболее употребляемые в химических методах анализа классификации катионов. Физические методы обнаружения и идентификации неорганических и органических веществ. Микрoкристаллоскопический анализ, пирохимический анализ (окрашивание пламени, возгонка, образование перлов). Капельный анализ. Анализ растиранием порошков. Хроматографические методы качественного анализа. Экспрессный качественный анализ в заводских и полевых условиях. Тест-методы обнаружения веществ. Примеры практического применения методов обнаружения.

Раздел 3. Метрологические основы химического анализа

Основные стадии химического анализа. Выбор метода анализа и составление схем анализа. Абсолютные (безэталонные) и относительные методы анализа. Основные метрологические понятия и представления: измерение, методы и средства измерений, метрологические требования к результатам измерений, основные принципы и способы обеспечения достоверности результатов измерений, погрешности. Аналитический сигнал и помехи. Объем информации в аналитическом сигнале. Способы определения содержания по данным аналитических измерений.

Основные характеристики метода анализа: правильность и воспроизводимость, коэффициент чувствительности, предел обнаружения, нижняя и верхняя границы определяемых содержаний.

Классификация погрешностей анализа. Систематические и случайные погрешности. Погрешности отдельных стадий химического анализа. Способы оценки правильности: использование стандартных образцов, метод добавок, метод варьирования навесок, сопоставление с другими методами. Стандартные образцы, их изготовление, аттестация и использование. Статистическая

обработка результатов измерений. Закон нормального распределения случайных ошибок, t- и F-распределения. Среднее, дисперсия, стандартное отклонение. Проверка гипотезы нормальности, гипотезы однородности результатов измерений. Сравнение дисперсии и средних двух методов анализа. Регрессионный анализ. Использование метода наименьших квадратов для построения градуировочных графиков.

Требования к метрологической оценке в зависимости от объекта и цели анализа. Способы повышения воспроизводимости и правильности анализа. Организация и методология метрологического обеспечения деятельности аналитической службы. Проверка аппаратуры, аттестация нестандартных средств измерений и методик анализа. Аккредитация лабораторий.

Раздел 4. Константы равновесия реакций и процессов в аналитической химии

Константы равновесия реакций и процессов. Состояние веществ в идеальных и реальных системах. Ионы. Сольватация, ионизация, диссоциация. Поведение электролитов и неэлектролитов в растворах. Теория Дебая-Хюккеля. Коэффициенты активности. Концентрационные константы. Описание сложных равновесий. Общая и равновесная концентрации. Условные константы. Графическое описание равновесий (распределительные и концентрационно-логарифмические диаграммы).

Раздел 5. Скорость реакций в химическом анализе

Быстрые и медленные реакции. Элементарные стадии реакции. Скорость определяющая стадия. Кинетические уравнения. Молекулярность и порядок реакций. Факторы, влияющие на скорость. Катализаторы, ингибиторы. Автокаталитические реакции. Индуцированные и сопряженные реакции. Понятие об индукторе, акцепторе. Индукционный фактор. Примеры ускорения и замедления реакций и процессов, используемых в химическом анализе. Управление реакциями и процессами в аналитической химии.

Раздел 6. Основные закономерности равновесий и протекания кислотно-основных реакций

Современные представления о кислотах и основаниях. Теория Льюиса. Теория Бренстеда-Лоури. Равновесие в системе кислота - сопряженное основание и растворитель. Константы кислотности и основности. Кислотные и основные свойства растворителей. Константа автопротолиза. Влияние природы растворителя на силу кислоты и основания. Нивелирующий и дифференцирующий эффект растворителя.

Кислотно-основное равновесие в многокомпонентных системах. Вычисления рН растворов незаряженных и заряженных кислот и оснований, многоосновных кислот и оснований, смеси кислот и оснований.

Буферные растворы и их свойства. Буферная емкость.

Равновесие в растворах гидролизующихся солей.

Раздел 7. Химическое равновесие в гетерогенных системах

Равновесие в системе раствор - осадок. Произведение растворимости и произведение активности как частные случаи констант равновесия (концентрационной и термодинамической). Растворимость как основная аналитическая характеристика. Факторы, влияющие на растворимость осадков: ионная сила, рН раствора, присутствие избытка иона-осадителя, лиганда-

комплексообразователя, температура. Осадки и их свойства. Схема образования осадка. Кристаллические и аморфные осадки. Зависимость структуры осадка от его индивидуальных свойств (растворимости, полярности молекул) и условий осаждения (концентрации осаждаемого иона и осадителя, солевого состава раствора и pH, температуры). Зависимость формы осадка от скорости образования первичных частиц их роста. Условия получения кристаллических осадков. Гомогенное осаждение. Старение осадка (превращение метастабильной кристаллической модификации в более устойчивую форму; химическое старение в результате изменения состава осадка - дегидратации-гидратации, поликонденсации). Причины загрязнения осадка (совместное осаждение, соосаждение, последующее осаждение). Классификация различных видов соосаждения (адсорбция; окклюзия: внутренняя адсорбция, инклюзия; изоморфизм и др.). Положительное и отрицательное значение явления соосаждения в анализе. Особенности образования коллоидно-дисперсных систем. Использование коллоидных систем в химическом анализе.

Раздел 8. Комплексообразование в аналитической химии

Использование комплексных соединений для обнаружения и разделения компонентов анализируемой смеси. Устойчивость комплексного соединения как его основная характеристика. Константа устойчивости и нестойкости как частный случай константы равновесия, функция образования (среднее лигандное число), функция закомплексованности, степень образования комплекса. Факторы, влияющие на комплексообразование: строение центрального атома и лиганда, концентрация компонентов, pH, ионная сила раствора, температура. Ступенчатое комплексообразование.

Классификация комплексных соединений по характеру взаимодействия металл-лиганд, по однородности лиганда и центрального иона (комплексообразователя): внутрисферные комплексы и ионные ассоциаты (внешнесферные комплексы и ионные пары), однороднолигандные и смешанолигандные, полиядерные (гетерополиядерные и гомополиядерные). Классификация комплексных соединений по термодинамической и кинетической устойчивости.

Свойства комплексных соединений, имеющие аналитическое значение: устойчивость, растворимость, окраска, летучесть.

Органические соединения как лиганды, их преимущества перед неорганическими лигандами. Функционально-аналитические группы. Основные типы соединений, образуемых с участием органических реагентов. Хелаты, внутрикомплексные соединения. Важнейшие органические реагенты, применяемые в анализе для разделения, обнаружения, определения ионов металлов, для маскирования и демаскирования. Возможности использования комплексных соединений и органических реагентов в различных методах анализа.

Раздел 9. Окислительно-восстановительные процессы в аналитической химии

Электродный потенциал. Уравнение Нернста. Стандартный и формальный потенциалы. Связь константы равновесия со стандартными потенциалами. Направление реакции окисления и восстановления. Факторы, влияющие на направление окислительно-восстановительных реакций. Понятие

о смешанных потенциалах. Механизмы окислительно-восстановительных реакций.

Основные неорганические и органические окислители и восстановители, применяемые в анализе. Методы предварительного окисления и восстановления определяемого элемента.

Раздел 10. Методы выделения, разделения и концентрирования

Основные методы разделения и концентрирования, их роль в химическом анализе, выбор и оценка. Константы распределения. Коэффициент распределения. Степень извлечения. Фактор разделения. Коэффициент концентрирования.

Методы экстракции. Теоретические основы методов. Закон распределения. Классификация экстракционных процессов. Скорость экстракции. Типы экстракционных систем. Условия экстракции неорганических и органических соединений. Реэкстракция. Природа и характеристика экстрагентов. Основные органические реагенты, используемые для разделения элементов методом экстракции. Приборы для экстракции.

Методы осаждения и соосаждения. Применение неорганических и органических реагентов для осаждения. Способы разделения путем установления различных значений рН, образования комплексных соединений и применения окислительно-восстановительных реакций. Групповые реагенты и предъявляемые к ним требования. Концентрирование микроэлементов соосаждением на неорганических и органических носителях (коллекторах).

Другие методы. Электрохимические методы. Отгонка (дистилляция, возгонка). Зонная плавка. Селективное растворение. Направленная кристаллизация. Химические транспортные реакции. Мембранные методы. Сорбция. Флотация. Термодиффузия.

Раздел 11. Пробоотбор и пробоподготовка

Представительность пробы; проба и объект анализа; проба и метод анализа. Факторы, обуславливающие размер и способ отбора представительной пробы. Отбор проб гомогенного и гетерогенного состава. Способы получения средней пробы твердых, жидких и газообразных веществ; устройства и приемы, используемые при этом; первичная обработка и хранение проб; дозирующие устройства.

Основные способы перевода пробы в форму, необходимую для данного вида анализа: растворение в различных средах; спекание, сплавление, разложение под действием высоких температур, давления, высокочастотного разряда; комбинирование различных приемов; особенности разложения органических соединений. Способы устранения и учета загрязнений и потерь компонентов при пробоподготовке.

Раздел 12. Гравиметрический метод анализа

Сущность гравиметрического анализа, преимущества и недостатки метода. Прямые и косвенные методы определения. Важнейшие органические и неорганические осадители. Погрешности в гравиметрическом анализе. Общая схема определений. Требования к осаждаемой и гравиметрической формам. Изменения состава осадка при высушивании и прокаливании.

Термогравиметрический анализ. Аналитические весы. Примеры практического применения гравиметрического метода анализа.

Раздел 13. Титриметрические методы анализа

Методы титриметрического анализа. Классификация. Требования, предъявляемые к реакции в титриметрическом анализе. Виды титриметрических определений: прямое и обратное, косвенное титрование. Способы выражения концентраций растворов в титриметрии. Эквивалент. Молярная масса эквивалента. Первичные стандарты, требования к ним. Фиксаналы. Вторичные стандарты. Виды кривых титрования. Скачок титрования. Точка эквивалентности и конечная точка титрования. Автоматические титраторы.

Кислотно-основное титрование. Построение кривых титрования. Влияние величины констант кислотности или основности, концентрации кислот или оснований, температуры на характер кривых титрования. Кислотно-основное титрование в неводных средах. Кислотно-основные индикаторы. Погрешности титрования при определении сильных и слабых кислот и оснований, многоосновных кислот и оснований. Примеры практического применения.

Окислительно-восстановительное титрование. Построение кривых титрования. Факторы, влияющие на характер кривых титрования: концентрация ионов водорода, комплексообразование, ионная сила. Способы определения конечной точки титрования; индикаторы. Погрешности титрования.

Методы окислительно-восстановительного титрования. Перманганатометрия. Иодометрия и иодиметрия. Бихроматометрия. Броматометрия, цериметрия, ванадатометрия, титанометрия, хромометрия. первичные и вторичные стандарты. Индикаторы.

Осадительное титрование. Построение кривых титрования. Способы обнаружения конечной точки титрования; индикаторы. Погрешности титрования. Примеры практического применения.

Комплексометрическое титрование. Неорганические и органические титранты в комплексометрии. Использование аминополикарбоновых кислот в комплексометрии. Построение кривых титрования. Металлохромные индикаторы и требования, предъявляемые к ним. Важнейшие универсальные и специфические металлохромные индикаторы. Способы комплексометрического титрования: прямое, обратное, косвенное. Селективность титрования и способы ее повышения. Погрешности титрования. Примеры практического применения.

Раздел 14. Инструментальные методы анализа.

Электрохимические методы анализа. Общая характеристика электрохимических методов. Классификация. Электрохимические ячейки. Индикаторный электрод и электрод сравнения. Равновесные и неравновесные электрохимические системы. Явления, возникающие при протекании тока (омическое падение напряжения, концентрационная и кинетическая поляризация). Поляризационные кривые и их использование в различных электрохимических методах. Потенциометрия. Кулонометрия. Вольтамперометрия. Сравнительная характеристика чувствительности и избирательности, областей применения электрохимических методов.

Спектроскопические методы анализа. Спектр электромагнитного излучения. Энергия фотонов, частота, волновое число, длина волны; связь между ними; термины, символы, единицы измерения. Составляющие внутренней энергии частиц и соответствующие им диапазоны электромагнитного излучения. Основные типы взаимодействия вещества с излучением: эмиссия (тепловая, люминесценция), поглощение, рассеяние. Классификация спектроскопических методов по природе частиц, взаимодействующих с излучением (атомные, молекулярные); характеру процесса (абсорбционные, эмиссионные); диапазону электромагнитного излучения.

Основные законы испускания и поглощения электромагнитного излучения. Связь аналитического сигнала с концентрацией определяемого компонента. Основные способы определения концентрации в спектроскопических методах. Аппаратура.

Методы атомной оптической спектроскопии. Атомно-эмиссионный метод. Атомно-абсорбционный метод. Примеры практического применения атомно-эмиссионного и атомно-абсорбционного методов. Методы атомной рентгеновской спектроскопии. Методы колебательной спектроскопии.

Место и роль спектроскопических методов в аналитической химии и химическом анализе.

Раздел 15. Основные объекты анализа.

Объекты окружающей среды: воздух, природные воды (поверхностные, подземные), атмосферные осадки, почвы, донные отложения. Характерные особенности и задачи их анализа.

Биологические и медицинские объекты. Аналитические задачи в этой области. Санитарно-гигиенический контроль.

Геологические объекты. Анализ силикатов, карбонатов, железных, никель-кобальтовых руд, полиметаллических руд.

Производственный анализ. Анализ технологических растворов, сточных вод.

Металлы, сплавы и другие продукты металлургической промышленности. Определение черных, цветных, редких, благородных металлов и анализ их сплавов. Анализ неметаллических включений и определение газообразующих примесей в металлах. Контроль металлургических производств.

Атомные материалы. Определение тория, урана, плутония, трансплутониевых элементов и некоторых продуктов деления.

Неорганические соединения. Вещества особой чистоты (в том числе полупроводниковые материалы, материалы высокотемпературной сверхпроводимости); определение в них примесных и легирующих микроэлементов. Послойный и локальный анализ кристаллов и пленочных материалов.

Природные и синтетические органические вещества и элементоорганические соединения, полимеры. Виды анализа таких объектов и соответствующие методы.

Специальные объекты анализа: токсичные и радиоактивные вещества, токсины в пищевых продуктах, наркотики, взрывчатые легковоспламеняющиеся вещества, газы, космические объекты.

Литература

Основная литература

1. Золотов Ю.А. Введение в аналитическую химию. М.: Лаборатория знаний, 2020. – 266 С. - ISBN 978-5-00101-892-6.
2. Аналитическая химия: химические методы анализа / Е. Г. Власова [и др.]; под ред. О. М. Петрухина, Л. Б. Кузнецовой. 2-е изд., электрон. — М.: Лаборатория знаний, 2021. - 467 с. — (Учебник для высшей школы). - ISBN 978-5-93208-502-8.
3. Основы аналитической химии [Текст]: Учебник для вузов: в 2 кн. Кн.2: Методы химического анализа / под ред. Золотова Ю.А. - 3-е изд., перераб.и доп. - М.: Высш. шк., 2012. - 504с.: ил. - (МГУ. Классический университетский учебник). - Библиогр.: с. 490-493. - ISBN 5-06-004734-2: 161-12. - 126-99.
4. Основы аналитической химии [Текст]: Учебник для вузов: в 2 кн. Кн.1: Общие вопросы. Методы разделения / под ред. Золотова Ю.А. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Высш. шк., 2012. - 360с. - Библиогр.: с. 351-352. - ISBN 5-06-004732-6: 134-24. - 78-31.
5. Основы аналитической химии. Задачи и вопросы: Учеб. пособие / Под ред. Золотова Ю.А. - М.: Высш. шк., 2004. - 413с. - ISBN 5-06-004029-1.
6. Основы аналитической химии: практ. руководство: учеб. пособие для вузов / под ред. Золотова Ю.А. - 2-е изд., испр. - М.: Высш. шк., 2003, 2001. - 463с.: ил. - ISBN 5-06-004679-6: 290-00.
7. Харитонов Ю.Я., Аналитическая химия. Аналитика 1. Общие теоретические основы. Качественный анализ [Электронный ресурс] / Харитонов Ю.Я. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2014. - 688 с. - ISBN 978-5-9704-2934-1 - Режим доступа: <http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970429341.html>
8. Харитонов Ю.Я., Аналитическая химия. Аналитика 2. Количественный анализ. Физико-химические (инструментальные) методы анализа [Электронный ресурс] / Ю.Я. Харитонов - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2014. - 656 с. - ISBN 978-5-9704-2941-9 - Режим доступа: <http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970429419.html>
9. Васюкова А.Т. Аналитическая химия [Электронный ресурс]: учебник для бакалавров/ Васюкова А.Т., Веденяпина М.Д.— Электрон. текстовые данные.— М.: Дашков и К, 2019.— 156 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/85349.html>.— ЭБС «IPRbooks»

Дополнительная литература

1. Серов Ю.М. Хроматографические методы анализа [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Серов Ю.М., Конюхов В.Ю., Крюков А.Ю. Электрон. текстовые данные.- М.: Российский университет дружбы народов, 2011.- 220 с.
2. Аналитическая химия. Проблемы и подходы: В 2 т.Т.1 / Ред. Кельнер Р. и др.; Пер. с англ. Борзенко А.Г. и др. под ред. Золотова Ю.А. - М.: Мир; АСТ, 2004. - 608с.

3. Аналитическая химия. Проблемы и подходы: В 2 т.Т.2 / Ред. Кельнер Р. и др.; Пер.с англ. Борзенко А.Г. и др. под ред. Золотова Ю.А. - М.: Мир; АСТ, 2004. - 608с.
4. Аналитическая химия [Текст]: Сборник вопросов, упражнений и задач / В. П. Васильев; Под ред. Васильева В.П. - 2-е изд., перераб.и доп. - М.: Дрофа, 2003. - 320с.
5. Аналитическая химия [Текст]: лабораторный практикум / Васильев, Владимир Павлович; под ред. Васильева В.П. - 2-е изд., перераб.,доп. - М.: Дрофа, 2004. - 416с.
6. Физико-химические методы анализа: В 2 ч. / Васильев Владимир Павлович. - М.: Высш. шк., 1989. – 383 с.
7. Дорохова, Е.Н. Аналитическая химия. Физико-химические методы анализа [Текст]: учеб. для вузов. - М.: Высш. шк., 1991. - 255 с.
8. Карпов Ю.А., Савостин А.П., Глинская И.В. Методы пробоотбора и пробоподготовки: Курс лекций. – М.: МИСиС, 2001. – 230 с.
9. Ананьев М.В. Теоретические и экспериментальные методы исследования в химии: [учеб.-метод. пособие] / М. В. Ананьев ; [науч. ред. Ю. П. Зайков] ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Урал. федер. ун-т. - Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2015. - 76 с.