

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
образования «Ингушский государственный университет»  
Кафедра химии

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по учебной работе и качеству  
образования

\_\_\_\_\_ Льянова С.А.

от « 20 » января 2026 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ЭКЗАМЕНА ПО ДИСЦИПЛИНЕ**  
**«Аналитическая химия»**

Специальность

**1.4.2 Аналитическая химия**

Уровень образования

**высшее образование – подготовка кадров высшей квалификации**

Форма обучения - **очная**

Магас, 2026 г.

Программа вступительного экзамена разработана в соответствии с Федеральными государственными требованиями к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре, условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов, утвержденными приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 20 октября 2021 г. № 951.

Разработчик программы

\_\_\_\_\_ /

Арчакова Р.Д.

Программа обсуждена и утверждена на заседании кафедры химии «26» ноября 2025 г., протокол № 4.

Заведующий кафедрой  
химии

\_\_\_\_\_ /

Саламов А.Х.

## Содержание

1. Требования к уровню подготовки поступающего в аспирантуру.....	4
2. Содержание вступительного экзамена .....	4
3. Критерии оценивания экзаменационного ответа .....	12
4. Список рекомендуемой литературы .....	13
4.1. Основная литература .....	13
4.2. Дополнительная литература .....	13
4.3. Интернет-ресурсы .....	14

Контроль качества знаний по аналитической химии при приеме вступительного экзамена в аспирантуру предполагает формулирование требований к поступающим. В основе программы вступительного экзамена лежит типовая программа курса аналитическая химия для студентов университета.

## **1. Требования к уровню подготовки поступающего в аспирантуру**

Сдающий вступительный экзамен по аналитической химии должен:

- **иметь представление** о роли аналитической химии в системе наук, об основных аналитических центрах и сообществах;
- **знать** типы реакций и процессов в аналитической химии; основные методы анализа (выделения, разделения и концентрирования, гравиметрические, титриметрические, электрохимические, спектроскопические); специфику анализа основных объектов техногенного и природного происхождения;
- **уметь** выбрать необходимую совокупность методов анализа и методик проведения аналитических измерений; владеть практическими навыками выполнения анализа простейших объектов, проводить обработку и оценку полученных аналитических данных;
- **устанавливать связь** с предшествующими дисциплинами (общие математические и естественнонаучные дисциплины).

## **2. Содержание вступительного экзамена**

### **Раздел 1. Основные разделы аналитической химии**

#### **Раздел 1.1. Введение**

Предмет аналитической химии. Структура аналитической химии. Методологические аспекты аналитической химии: индивидуальность аналитической химии, ее место в системе наук, связь с практикой. Значение аналитической химии в развитии естествознания, техники и народного хозяйства. Основные аналитические проблемы: снижение предела обнаружения, повышение точности, обеспечение экспрессности, анализ микрообъектов, анализ без разрушения, локальный анализ, дистанционный анализ. Виды анализа: изотопный, элементный, функциональный, структурный, молекулярный, фазовый. Химические, физико-химические, физические и биологические методы анализа. Макро-, микро- и ультрамикрoанализ.

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

Химические методы анализа. Требования к реакциям, используемым для обнаружения и разделения компонентов. Групповые реагенты и систематический анализ, специфические реагенты и дробный анализ. Наиболее употребляемые в химических методах анализа классификации катионов. Бессероводородный анализ.

#### **Раздел 1.2. Химические равновесия и их описание при решении аналитических задач**

Молекулярно-кинетическая теория и концентрационные константы равновесия. Использование молекулярно-кинетической теории при описании равновесия в системах:

раствор сильного электролита, раствор слабого электролита (одно- и многоосновного), раствор гидролизующихся солей. Факторы, влияющие на равновесие в химической системе (термодинамический и концентрационный). Описание равновесия в системе: слабый электролит-сильный электролит с одноименным ионом. Буферные системы и механизм их действия. Буферная емкость. Термодинамическая концепция описания химического равновесия. Представления Дебая-Хюккеля. Активность, коэффициент активности, их связь с ионной силой раствора. Термодинамическая константа равновесия, ее связь с концентрационной константой. Общие подходы к описанию равновесия в системе, характеризующейся одновременным протеканием нескольких конкурирующих процессов. Условная (кажущаяся) константа равновесия и ее связь с концентрационной и термодинамической константами.

### **Раздел 1.3. Скорость химической реакции и ее значение для анализа**

Классификация химических процессов по скорости их протекания. Факторы, влияющие на скорость химического процесса (термодинамические, концентрационные). Катализ и его значение в анализе. Индуцированные и сопряженные реакции. Примеры ускорения и замедления реакций и процессов, используемых в химическом анализе. Управление реакциями и процессами в аналитической химии.

### **Раздел 1.4. Равновесие в системе осадок-раствор и его использование в анализе**

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. Количественное осаждение, возможность раздельного осаждения при использовании общего осадителя. Загрязнение осадков в процессе их формирования. Адсорбция на поверхности осадка и закономерности ее протекания. Ожухия и изоморфизм. Их предотвращение. Соосаждение. Положительное и отрицательное значения явления соосаждения в анализе. Общие рекомендации при получении кристаллических и аморфных осадков. Гомогенное осаждение и преимущества его использования. Особенности образования коллоидных систем. Использование коллоидных систем в химическом анализе.

### **Раздел 1.5. Равновесия в растворах комплексных соединений**

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. Факторы, влияющие на равновесие в растворах комплексных соединений (рН, избыток лиганда-комплексообразователя, ионов-осадителей, ионная сила). Типы комплексных соединений, используемых в анализе. 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). Органические соединения как лиганды, их преимущества перед неорганическими лигандами. Важнейшие органические реагенты, применяемые в анализе для разделения

ионов металлов, для маскирования и демаскирования. Органические реагенты для органического анализа. Возможности использования комплексных соединений и органических реагентов в различных методах анализа.

### **Раздел 1.6. Окислительно-восстановительные реакции и их использование в анализе**

Обратимые и необратимые реакции. Стандартный и формальный окислительно-восстановительные (ОВ) потенциалы. Связь константы равновесия ОВ-реакции со стандартными ОВ-потенциалами систем. Факторы, влияющие на направление ОВ-реакции (температура, концентрация реагирующих компонентов, рН раствора, присутствие в растворе лигандов-комплексобразователей или ионов-осадителей, ионная сила и т.п.). Оценка возможности последовательного определения нескольких окислителей или восстановителей в смеси. Использование ОВ-реакций при подготовке пробы к анализу. Понятие о смешанных потенциалах. Основные неорганические и органические окислители и восстановители, применяемые в анализе. Методы предварительного окисления и восстановления определяемого элемента.

### **Раздел 1.7. Теория и практика пробоотбора и пробоподготовки**

Представительность пробы, проба и объект анализа, проба и метод анализа. 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 давлением, разложение при помощи высокочастотного разряда и в плазме, комбинирование различных приемов. Особенности разложения органических соединений, способы устранения и учета загрязнений и потерь компонентов при пробоподготовке.

## **Раздел 2. Химические методы анализа.**

### **Раздел 2.1. Гравиметрический метод анализа**

Сущность гравиметрического анализа, преимущества и недостатки метода. Прямые и косвенные методы определения.

Важнейшие неорганические и органические осадители. Общая схема определений. Требования к осаждаемой и гравиметрической формам. Изменение состава осадка при высушивании и прокаливании. Погрешности в гравиметрическом анализе. Термогравиметрический анализ.

Примеры практического применения метода.

### **Раздел 2.2. Титриметрические методы анализа**

Методы титриметрического анализа. Классификация. Требования, предъявляемые к реакциям в титриметрическом анализе. Виды титриметрических определений: прямое и обратное, косвенное титрование. Способы выражения концентраций растворов в титриметрии. Эквивалент. Молярная масса эквивалента. Молярная концентрация. Первичные стандарты, требования к ним. Фиксаналы. Вторичные стандарты, Виды кривых титрования (s-образные, линейные). Точка эквивалентности и конечная точка титрования.

**Кисотно-основное титрование.** Построение кривых титрования. Влияние величины константы 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.

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

Методы окислительно-восстановительного титрования. Перманганатометрия. Иодометрия и иодиметрия. Система иод-иодид как окислитель или восстановитель. Дихроматометрия. 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. Способы комплексометрического титрования: прямое, обратное, косвенное.

Построение кривых титрования. Металлохромные индикаторы и требования, предъявляемые к ним. Важнейшие универсальные и специфические металлохромные индикаторы. Селективность титрования и способы ее повышения. Погрешности титрования.

Примеры практического применения комплексометрического титрования.

### **Раздел 2.3. 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.

### **Раздел 2.4. Потенциометрия. Прямая потенциометрия и потенциометрическое титрование**

Измерение потенциала. Обратимые и необратимые окислительно-восстановительные системы. Индикаторные электроды. Ионометрия. Классификация ионоселективных электродов: электроды с гомогенными и гетерогенными кристаллическими мембранами, стеклянные электроды, электроды с подвижными носителями, ферментные и газочувствительные электроды. Электронная функция, коэффициент селективности, время отклика.

Примеры практического применения ионометрии. Определение pH, ионов щелочных металлов, галогенид-ионов.

**Потенциометрическое титрование.** Изменение электродного потенциала в процессе титрования. Способы обнаружения конечной точки титрования. Использование реакций кислотно-основных, осаждения, комплексообразования, окисления-восстановления.

Примеры практического применения.

## **Раздел 2.5. Кулонометрия**

Теоретические основы. Закон Фарадея. Способы определения количества электричества. Прямая кулонометрия и кулонометрическое титрование. Внешняя и внутренняя генерация кулонометрического титранта. Определение эффективности тока генерации. Титрование электроактивных и электронеактивных компонентов. Определение конечной точки титрования. Преимущества и ограничения метода кулонометрического титрования по сравнению с другими титриметрическими методами.

Примеры практического применения.

## **Раздел 2.6. Вольтамперометрия**

Индикаторные электроды и классификация вольтамперометрических методов. Преимущества и недостатки ртутного электрода. Применение твердых электродов.

**Полярография.** Получение и характеристика вольтамперной кривой. Конденсаторный (емкостный), миграционный, диффузионный токи. Предельный диффузионный ток. Уравнение Ильковича. Уравнение полярографической волны Ильковича-Гейровского. Потенциал полуволны. Факторы, влияющие на величину потенциала полуволны. Зависимость потенциала полуволны от константы устойчивости комплексного соединения. Восстановление и окисление органических соединений. Качественный и количественный полярографический анализ. Современные разновидности вольтамперометрии: прямая и инверсионная, переменноточковая, хроноамперометрия с линейной разверткой (осциллография). Преимущества и ограничения по сравнению с классической полярографией.

**Амперометрическое титрование.** Сущность метода. Индикаторные электроды. Выбор потенциала индикаторного электрода. Амперометрическое титрование с одним и двумя поляризованными электродами.

Виды кривых титрования. Использование реакций осаждения, комплексообразования, окисления-восстановления.

## **Раздел 3. Физические методы.**

Взаимодействие вещества с электромагнитным излучением, потоками частиц, магнитным полем – основа физических методов.

### **Раздел 3.1. Спектроскопические методы анализа**

Спектр магнитного 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.

### **Раздел 3.2. Методы атомной оптической спектроскопии**

Атомные спектры испускания, поглощения и флуоресценции. Резонансное поглощение. Самопоглощение, ионизация. Аналитические линии, их зависимость от природы и концентрации определяемого компонента.



**Атомно-эмиссионный метод.** Принципиальная схема атомно-эмиссионного спектрометра. Источники атомизации и возбуждения (атомизаторы): электрические разряды (дуговые, искровые, пониженного давления), , плазменные источники (плазмотроны, индуктивно-связанная плазма), лазеры. Их основные характеристики: температура, состав атмосферы атомизатора, концентрация электронов.

Физические и химические процессы в атомизаторах. Спектральные и физико-химические помехи, способы их устранения. Особенности подготовки пробы и ее введения в атомизаторы различного типа. Качественный и количественный анализ атомно-эмиссионным методом. Метрологические характеристики и аналитические возможности.

**Атомно-абсорбционный метод.** Принципиальная схема атомно-абсорбционного спектрометра. Анализаторы (пламенные и непламенные). Источники излучения (лампы с полым катодом, источники сплошного спектра, лазеры), их характеристики.

Спектральные и физико-химические помехи, способы их устранения. Возможности, достоинства и недостатки метода, его сравнение с атомно-эмиссионным методом. Метрологические характеристики.

**Атомно-флуоресцентная спектроскопия.** Основы метода. Источники возбуждения. Выбор условий анализа. Взаимное влияние элементов и устранение этих влияний. Количественный анализ. Применение.

Примеры практического применения атомно-эмиссионного, атомно-флуоресцентного и атомно-абсорбционного методов.

### **Раздел 3.3. Методы молекулярной оптической спектроскопии**

**Молекулярная абсорбционная спектроскопия (спектрофотометрия).** Принципиальная схема прибора. Классификация аппаратуры с точки зрения способа монохроматизации (фотометры, спектрофотометры). Основные причины отклонения от основного закона светопоглощения (инструментальные и физико-химические).

Связь химической структуры соединения с абсорбционным спектром. Способы получения окрашенных соединений. Фотометрические аналитические реагенты, требования к ним. Измерение высоких, низких оптических плотностей (дифференциальный метод). Анализ многокомпонентных систем. Спектрофотометрия как метод исследования реакций в растворах (комплексообразования, протолитических), сопровождающихся изменением спектров поглощения. Метрологические характеристики и аналитические возможности. Примеры практического применения.

**Флуориметрия.** Люминесценция и молекулярная структура. Основные закономерности. Тушение люминесценции. Качественный и количественный анализ. Хемилюминесцентный метод.

### **Раздел 3.4. Ядерно-физические и радиохимические методы.**

**Активационный анализ.** Нейтронно-активационный анализ. Основные виды взаимодействия нейтронов с атомными ядрами. Источники нейтронов. Нейтронно-активационный анализ на тепловых и быстрых нейтронах.

**Радиохимические методы.** Радиоактивные индикаторы и изотопное разбавление. Общая характеристика и применение.

#### **Раздел 4. Методы разделения и концентрирования.**

Место и значение методов разделения и концентрирования, тенденции развития. Принципы классификации, процессы и реакции, лежащие в основе методов. Принципы выбора метода.

##### **Раздел 4.1. Методы, основанные на образовании. Новой фазы.**

**Осаждение и соосаждение.** Основные типы неорганических и органических осадителей и соосадителей. Выбор условий проведения. Осаждение и соосаждение матрицы, микрокомпонента, с коллектором. Селективное растворение.

**Испарение, сублимация и родственные методы.** Классификация методов. Количественные характеристики.

##### **Раздел 4.2. Методы, основанные на однократном равновесном распределении.**

**Экстракция.** Закон распределения. Основные количественные характеристики. Классификация. Физическое распределение. Реакционная экстракция. Основные типы экстрагентов. Созэкстракция. Синергизм. Гомогенная экстракция. Экстракция расплавами. Газовая и флюидная экстракция.

**Сорбция.** Основы метода. Классификация и количественное описание сорбционных процессов. Сорбция на активных углях, силикагелях, оксидах металлов, синтетических ионитов, комплексообразующих сорбентах.

##### **Раздел 4.3. Методы, основанные на многократном распределении. Хроматография.**

Основные понятия, теория равновесной хроматографии. Граничные условия применимости. Размывание хроматографических пиков и их разрешение. Уравнение Ван-Дееметра. Способы осуществления хроматографического процесса, элюирования и детектирования.

###### ***Газовая хроматография.***

**Газо-адсорбционная хроматография.** Изотермы адсорбции. Газы-носители и адсорбенты, требования к ним. Влияние температуры на удерживание и разделение. Детекторы. Применение.

**Газо-жидкостная хроматография.** Требования к носителям и неподвижным и неподвижным жидким фазам. Влияние природы жидкой фазы разделяемых веществ на эффективность разделения. Реакционная газовая хроматография.

###### ***Жидкостная хроматография.***

**Ионообменная хроматография.** Неорганические и органические ионообменники и их свойства. Комплексообразующие ионообменники. Кинетика и селективность ионного обмена. Влияние природы и состава элюента на эффективность разделения веществ. Применение.

**Жидкостно-адсорбционная хроматография.** Требования к адсорбентам и подвижной фазе. Влияние природы и состава элюента на эффективность разделения. Высокоэффективная жидкостная хроматография. Детекторы. Применение для анализа сложных веществ.

**Гель-хроматография (гель-проникающая и гель-фильтрация).** Механизм разделения. Характеристика гелей. Применение.

**Жидкость-жидкостная (распределительная) хроматография.** Разновидности метода в зависимости от полярности неподвижной фазы. Выбор условий разделения. Применение.

**Аффинная хроматография.** Основы метода, основные адсорбенты. Условия проведения. Применение.

#### **Раздел 4.4. Мембранные методы**

Общие представления и характеристики. Диффузионные методы. Диализ. Испарение через мембрану. Газодиффузное разделение.

#### **Раздел 4.5. Методы внутрифазного разделения**

**Электромиграционные методы.** Зонное и противоточно-электромиграционное разделение, фронтальное разделение. Методы разделения в потоке. ППФ-методы.

#### **Раздел 5. Метрологические основы химического 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.

Основные стадии химического анализа. Выбор метода анализа и составление схем анализа. Абсолютные (безэталонные) и относительные методы анализа. Классификация погрешностей анализа. Систематические и случайные погрешности. Погрешности отдельных стадий химического анализа. Основные характеристики метода анализа: правильность и воспроизводимость, коэффициент чувствительности, предел обнаружения, нижняя и верхняя границы определяемых содержаний. Статистическая обработка результатов измерений. Закон нормального распределения случайных погрешностей, 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 кривых. Способы оценки правильности: использование стандартных образцов, метод добавок, метод варьирования навесок, сопоставление с другими методами. Стандартные образцы. Их изготовление, аттестация и использование.

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. Метрологическая аттестация аналитических лабораторий.

#### **Раздел 6. Анализ конкретных объектов**

**Неорганические соединения.** Продукты неорганического производства, вещества высокой чистоты, полупроводниковых материалов; определение в них основного вещества, примесных и легирующих микрокомпонентов.

**Органические вещества.** Особенности анализа органических объектов. Типы аналитических задач в органическом анализе. Основные аналитические характеристики органических веществ. Идентификация органических веществ по простым физико-химическим константам.

**Элементный анализ.** Определение С, Н, О, серы и галогенов.

**Функциональный анализ.** Аналитическая форма, пути и способы перевода в нее определяемой функциональной группы. Типовые групповые реакции. Идентификация и определение структурных фрагментов.

**Молекулярный анализ.** Особенности разделения органических веществ.

**Анализ органических объектов.** Специфика аналитических проблем в производстве органических веществ и материалов. Определение следов органических веществ в различных объектах. Особенности определения металлов в органических объектах.

**Объекты окружающей среды.** Основные источники загрязнений и основные загрязнители. Требования по чистоте; ПДК и их связь с чувствительностью. Сравнительная характеристика методов анализа объектов окружающей среды. Тесты-методы.

### 3. Критерии оценивания экзаменационного ответа

Экзаменационная комиссия выставляет оценку по 100-балльной шкале.

**От 91 до 100 баллов** ставится при соблюдении следующих условий:

- показал отличные знания в области Аналитической химии;
- грамотно употребляет термины; полно, правильно и логично отвечает на вопросы билета и на дополнительные вопросы;
- умеет использовать полученные теоретические знания при решении практических вопросов и заданий; умеет эмоционально, последовательно, логично, доказательно излагать свои мысли.

**От 81 до 90 баллов** ставится при соблюдении следующих условий:

- показал хорошие знания в области Аналитической химии;
- грамотно употребляет термины;
- раскрывает содержание вопросов билета, но делает это недостаточно подробно;
- умеет использовать полученные теоретические знания при решении практических вопросов и заданий;
- допускает некоторые неточности, однако может скорректировать свой ответ в соответствии с наводящими вопросами экзаменатора;
- умеет последовательно, логично излагать свои мысли.

**От 71 до 80 баллов** ставится за:

- показал удовлетворительные знания в области Аналитической химии;
- понимает общеисторические термины, но не всегда грамотно использует их в речи;
- фрагментарно раскрывает содержание вопросов билета;
- допускает значительные ошибки при ответе, однако способен их исправить с помощью наводящих вопросов экзаменатора;
- испытывает затруднения при иллюстрировании теоретических положений примерами из практики;
- не умеет последовательно, логично излагать свои мысли.

**70 и менее баллов** ставится за:

- показал неудовлетворительные знания в области Аналитической химии;
- не может ответить на вопросы билета или отвечает неверно, несвязно, нелогично;

- не понимает специальных терминов;
- не может привести примеры из практики;
- не может последовательно, логично излагать свои мысли.

## **4. Список рекомендуемой литературы**

### **4.1. Основная литература**

1. Александрова Э.А., Гайдукова Н.Г. Аналитическая химия. Химические методы анализа: Учебник и практикум. -М.: Юрайт, 2015.
2. Харитонов Ю.А. Аналитическая химия. В 2-х т. Т.1. Общие теоретические основы. Качественный анализ: Учебник для вузов/ Ю.А.Харитонов. -М.: ГЕОТАР-МЕДИА, 2014. - 688с.
3. Харитонов Ю.А. Аналитическая химия. В 2-х т. Т.2. Количественный анализ. Физико-химические (инструментальные) методы анализа: Учебник для вузов/ Ю.А.Харитонов. -М.: ГЕОТАР-МЕДИА, 2014. -656с.
4. Золотов Ю.А. Введение в аналитическую химию. М.: Бином. Лаборатория знаний, 2016. - 264с.
5. В.И.Васильева, И.В.Шкутина, С.И.Карпов, В.Ф.Селеменов, В.Н.Семенов. Спектральные методы анализа. Практическое руководство. М.: Лань, 2014. -416с.
6. Жебентяев А.И. Аналитическая химия. Хроматографические методы анализа. М.: НИЦ ИНФРА-М, Нов.знание, 2013, 206с.
7. Золотов Ю.А. История и методология аналитической химии. Золотов Ю.А. М.: Дрофа, 2008г.
8. Основы аналитической химии. Учебник для вузов. В 2-х кн. Кн.1. Общие вопросы. Методы разделения. Кн.2. Методы химического анализа. Под ред. Ю.А. Золотова. М.: Высшая школа. 2004.361 с., 503 с.
9. Васильев В.П. Аналитическая химия. В 2-книгах. М.: Дрофа, 2003г.
10. Васильев В.П. Аналитическая химия. В 2-х кн. -М: Дрофа. 2004. 368с., 384с.
11. Аналитическая химия. В 3-х кн / Под ред. Л.Н. Москвина. -М: Академия. 2008., 2010г. 576с., 302с.
12. Электроаналитические методы: теория и практика: пер. с англ. / Ред. Ф. Шольц. - М.: Бином. Лаборатория знаний, 2006. - 326с.: ил. - (Методы в химии).
13. Эггинс Б. Химические и биологические сенсоры: Пер. с англ. / Б. Эггинс. - М.: Техносфера, 2005. - 336с.: ил. - (Мир электроники).
14. Шмидт, Вернер. Оптическая спектроскопия для химиков и биологов: пер. с англ. / В. Шмидт. - М.: Техносфера, 2007. - 368 с.: ил., табл. - (Мир физики и техники).
15. И.К.Цитович. Курс аналитической химии: учебник для вузов / И.К. Цитович. - 9-е изд., стер. - СПб.: Лань, 2007. - 496 с. ил. - (Учебники для вузов).
16. Ю.А.Харитонов. Примеры и задачи по аналитической химии: (гравиметрия, экстракция, неводное титрование, физико-химические методы анализа): учеб. пособие для вузов / Ю.А. Харитонов, В.Ю. Григорьева. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2008. - 304 с.: табл.

### **4.2. Дополнительная литература**

1. Харитонов Ю.А., Джабаров Д.Н., Григорьева В.Ю. Аналитическая химия. Количественный

- анализ. Физико-химические (инструментальные) методы анализа/ Практикум. -М.: ГЕОТАР-МЕДИА, 2012
2. Харитонов Ю.А., Григорьева В.Ю. Примеры и задачи по аналитической химии -М.: ГЕОТАР-МЕДИА, 2009.
  3. Валова (Копылова) В. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа: практикум. - М.: Дашков и К., 2013. -200с.
  4. Отто М. Современные методы аналитической химии. М.: Дрофа, 2003-2004г.
  5. Физические методы исследования неорганических веществ: учеб. пособие для вузов / Под ред. А.Б. Никольского. - М.: Академия, 2006. - 448с: ил. - (Высшее профессиональное образование). (Допущ. УМО)
  6. Токсикологическая химия: учебник для вузов / Под ред. Т.В. Плетеневой. - 2-е изд., испр. - М.: ГЕОТАР-Медиа, 2006. - 509 с.: ил. (Реком. УМО)
  7. Марченко, Зигмунт. Методы спектрофотометрии в УФ и видимой областях в неорганическом анализе: пер. с польск. / З. Марченко, М. Бальцежак. - М.: Бином. Лаборатория знаний, 2007. - 712 с: ил. - (Методы в химии).
  8. Лурье, Юлий Юльевич. Справочник по аналитической химии / Ю.Ю. Лурье. - 6-е изд., [перепеч. с изд. 1989 г.]. - М.: Альянс, 2007. - 447 с.: табл., схемы.
  9. Другов, Юрий Степанович. Пробоподготовка в экологическом анализе: практическое руководство / Ю.С. Другов, А.А. Родин. - 3-е изд., доп. и перераб. - М: Бином. Лаборатория знаний, 2009. - 855 с.: ил. - (Методы в химии).
  10. Другов, Юрий Степанович. Анализ загрязненных биосфер и пищевых продуктов: практическое руководство / Ю.С. Другов, А.А. Родин. - М.: Бином. Лаборатория знаний, 2007. - 295 с.: ил. - (Методы в химии).
  11. Другов, Юрий Степанович. Анализ загрязненной почвы и опасных отходов: практическое руководство / Ю.С. Другов, А.А. Родин. - М.: Бином. Лаборатория знаний, 2007. - 424 с.: ил. - (Методы в химии).

#### 4.3. Интернет-ресурсы

1. <https://lib.inggu.ru/> – Научная библиотека ИнГГУ
2. <http://window.edu.ru> – Электронная библиотека онлайн «Единое окно к образовательным ресурсам»
3. <http://school-collection.edu.ru> – «Образовательный ресурс России»
4. <http://www.edu.ru> – Федеральный образовательный портал: учреждения, программы, стандарты, ВУЗы, тесты ЕГЭ, ГИА
5. <http://fcior.edu.ru> - Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов (ФЦИОР)
6. <http://polpred.com/news> – ЭБС "КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА". Электронная библиотека технического вуза
7. <http://www.studentlibrary.ru> - Издательство «Лань». Электронно-библиотечная система
8. <http://rvb.ru> – Русская виртуальная библиотека
9. <http://ruslit.ioso.ru> – Кабинет русского языка и литературы
10. <http://ruscorpora.ru> – Национальный корпус русского языка
11. <http://e.lanbook.com> - Издательство «Лань». Электронно-библиотечная система
12. <http://old.rsue.ru/Academy/Archives/Index.htm> – Еженедельник науки и образования Юга России «Академия»

13. <http://elibrary.ru/defaultx.asp> – Научная электронная библиотека «e-Library»
14. <http://www.iprbookshop.ru> – Электронно-библиотечная система IPRbooks
15. <http://www.informio.ru> – Электронно-справочная система документов в сфере образования «Информио»
16. Сетевая версия, доступна со всех компьютеров в корпоративной сети ИнГУ – Информационно-правовая система «Гарант»
17. <https://www.biblio-online.ru> – Электронно-библиотечная система «Юрайт»