

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ»**

**Методические указания к практическим занятиям по дисциплине
Возможности и ограничения спектральных методов анализа**

Направление подготовки 04.04.01 Химия
Направленность (профиль)
Аналитическая химия и химическая экспертиза

Ставрополь, 2026

ВВЕДЕНИЕ

Изучение основ химического анализа веществ и материалов является необходимым звеном в подготовке инженеров лесотехнических специальностей. В частности, для изучения сложных процессов, происходящих в почве (усвоение удобрений растениями, влияние микрокомпонентов на развитие и рост растений), требуется применение методов физикохимического анализа. На промышленном предприятии инженер должен знать состав материалов, подвергающихся переработке, на любой стадии технологического процесса. Хотя сам он анализ непосредственно не производит, сущность и возможности современных методов анализа должны быть ему известны. Лабораторные работы по физико-химическим методам анализа способствуют развитию практических навыков по обращению с приборами, развивают наблюдательность и способность логически рассуждать, повышают интерес к исследовательской работе.

Все современные методы анализа основаны на получении и измерении аналитического сигнала, то есть какого-либо относительно легко измеряемого свойства вещества, функционально связанного с содержанием или наличием в системе нужного компонента. По происхождению аналитического сигнала они обычно делятся на химические, физико-химические и физические методы анализа. В химических методах анализа используется способность веществ вступать в различные химические реакции (кисотно-основные, окислительно-восстановительные, комплексообразования, осаждения). Аналитический сигнал, например выделение газа, появление осадка или изменение окраски индикатора, как правило, фиксируют визуально. Определяемый элемент или ион переводят в какое-либо соединение, с помощью которого можно установить его присутствие или количественное содержание. Химическое превращение, проводимое с целью получения нового соединения, называется аналитической реакцией, а вещество, его вызывающее – аналитическим реагентом.

Теоретические основы

В основе классификации оптических методов анализа лежат различия в

характере взаимодействия электромагнитного светового излучения с веществом. Абсорбционные методы основаны на поглощении электромагнитного излучения частицами вещества.

В зависимости от частиц, поглощающих электромагнитные волны, различают:

атомно-абсорбционный анализ при поглощении энергии атомами вещества (его относят к физическим методам анализа);

молекулярно-абсорбционный анализ при поглощении света молекулами или сложными ионами вещества (фотометрический анализ).

Турбидиметрический и нефелометрический методы основаны на рассеивании световой энергии взвешенными в растворе частицами.

Люминесцентные методы основаны на излучении, возникающем в результате выделения энергии возбужденными молекулами.

Рефрактометрические методы основаны на преломлении света при прохождении его через раствор вещества.

Поляризметрические методы основаны на использовании плоскополяризованного света.

Происхождение молекулярных спектров поглощения. Энергетическое состояние молекулы сложнее, чем у атома. Наряду с движением электронов в молекуле происходит колебательное движение самих атомов, вернее их ядер, и вращение молекулы как целого. В любом стационарном состоянии энергия молекулы (E) складывается из электронной ($E_{эл}$), колебательной ($E_{кол}$) и вращательной ($E_{вр}$) энергии:

$$E = E_{эл} + E_{кол} + E_{вр}$$

Наибольший вклад в полную энергию вносит энергия электронов, наименьший – энергия вращения молекулы (вращение молекул проявляется лишь в газообразном состоянии): $E_{эл} \gg E_{кол} \gg E_{вр}$. Согласно квантово-механическим представлениям молекула, так же как и атом, может существовать только в определенных энергетических состояниях. Вещество поглощает только такое

излучение, энергия которого вызывает определенные изменения в молекуле данного вещества. То есть молекула поглощает фотоны с энергией, равной разности энергий ее молекулярных орбиталей. Поглощение молекулой электромагнитного излучения может сопровождаться изменением энергии электронов (электронные переходы), изменением колебаний ядер (колебательные переходы), а также изменением вращательного состояния (вращательные переходы). Очевидно, что для возбуждения электронных переходов необходима бóльшая энергия, чем для осуществления колебательных и вращательных переходов. Электронные переходы вызываются поглощением ультрафиолетового и видимого излучения, а поглощение инфракрасного и более длинноволнового излучения вызывает колебательные и вращательные переходы.

Зависимость поглощения от строения молекул или ионов

Избирательное поглощение в определенной области спектра связано с наличием в молекуле определенных групп атомов. Они содержат одну или несколько кратных связей или неподеленные пары электронов. Такие группы, определяющие окраску веществ, если поглощение происходит в видимой области спектра, называют хромофорами. Примерами хромофоров являются следующие группы: карбонильная $>C=O$, карбоксильная $-COOH$, этиленовая $-CH=CH-$, азометиновая $>C=N-$, нитрозо- $-N=O$, нитритная $-ONO$, нитратная $-ONO_2$, фенильная $-C_6H_5$. Иногда в молекуле рядом с хромофором находится активная группа атомов, которая сама по себе не определяет поглощения, но может усиливать интенсивность поглощения. Такие группы (амино- $-NH_2$, диметиламино- $-N(CH_3)_2$, гидрокси- $-OH$, метокси- $-OCH_3$) называют ауксохромами.

Растворы солей неорганических соединений первых периодов в большинстве своем не обладают характерным поглощением в УФ-, видимой и ИК-областях спектра. Точнее, в этих областях наблюдается только поглощение для некоторых анионов, но катионы (вернее их аква- комплексы) обычно «бесцветны». Это зависит от того, что данные катионы имеют, как правило, устойчивую завершённую электронную оболочку, образовавшуюся после того, как атом,

переходя в катион, потерял все наименее прочно связанные электроны, и для возбуждения оставшихся электронов недостаточно даже энергии ультрафиолетового излучения. Электронная система анионов менее стабильна. Так, например, отрицательно заряженные ионы галогенов, содержащие один лишний электрон, возбуждаются меньшими квантами излучений, и полосы поглощения их попадают в доступную УФ-область спектра. Окраска аквакомплексов катионов, имеющих незаполненные d-орбитали, обусловлена возможностью легких электронных переходов между энергетически близкими d-орбиталями. Поэтому растворы солей меди, кобальта, никеля, железа, хрома, марганца окрашены, а растворы солей цинка и кадмия бесцветны, поскольку ионы Zn^{2+} и Cd^{2+} имеют завершённый d-подуровень.

Спектр поглощения

Спектр поглощения вещества – это графическое изображение зависимости светопоглощения от характеристики падающего светового потока. Способы представления спектра различны в зависимости от величин, откладываемых по оси абсцисс и ординат. Так, по оси абсцисс откладывают длину волны, частоту или волновое число, по оси ординат – оптическую плотность, пропускание, молярный коэффициент погашения или их логарифмы.

Спектр поглощения характеризуется наличием в нем определенного числа полос поглощения. Каждая полоса поглощения характеризуется максимумом поглощения ($A_{\max}$ или $\epsilon_{\max}$), длиной волны $\lambda_{\max}$ или волновым числом $\nu_{\max}$ и полушириной полосы $\Delta\lambda$, т. е. расстоянием между длинами волн, соответствующими половинным значениям максимальной величины оптической плотности или максимального молярного коэффициента погашения.

Пример использования ИК спектрометрии для идентификации связанных на полимере органических кислот

Карбоксильная группа имеет в ИК спектре интенсивную полосу в области 1720 см^{-1} ($5,6 - 5,9\text{ мкм}$). В полимерной химии известен метод прививки акриловых кислот к пленке из тетрафторэтилена. Исходный фторопласт не имеет полос поглощения в указанной области. Сравнение ИК спектров исходной пленки и привитого сополимера с появившимися $-\text{COOH}$ группировками позволяет регистрировать характеристические полосы поглощения в области 1720 см^{-1} . Интенсивность данной полосы (площадь или высота) пропорциональна количеству связанной на поверхности фторопласта карбоксилсодержащей кислоты. Таким образом, удастся количественно определить степень прививки карбоновой кислоты к фторопласту.

Пример использования ИК спектроскопии для сертификации цис- и транс- изомеров в жирах

В последние годы серьезной проблемой становится показатель содержания цис- и транс- изомеров жирных кислот в пищевых жирах. Эта проблема связана с гидрогенированием жидких масел с целью получения маргаринов и использованием фритюров, сопровождающимся существенным повышением доли как насыщенных жирных кислот, так и транс-изомеров. Большинство входящих в состав жиров природных жирных кислот является цис- формами, в которых заместители расположены в одну сторону по отношению к двойной связи кислоты. Считается, что транс-жирные кислоты представляют искусственный элемент, содержащийся в новых пищевых продуктах, и следует избегать их потребления, поскольку до конца не понятно воздействие на здоровье человека. Естественное содержание элаидиновой кислоты в подкожном жире – $2...2,5\%$. Т.к. длительная термическая обработка жиров приводит к существенному повышению содержания вредных транс-изомеров, установлен предельный уровень их содержания – не более 8% . Проводят определение массовой доли транс-изомеров олеиновой кислоты в жире, выделенном из спреда или топленой смеси, в пересчете на метилэлаидат. Методика применима для измерения массовой доли трансизомеров в диапазоне значений от 5% до 60% . Границы абсолютной погрешности

измерений массовой доли транс-изомеров олеиновой кислоты $\pm 1,1 \%$ ($P = 0,95$). В работе используют ИК-спектрометр типа ИКС-40 со спектральным диапазоном $400\text{--}4200 \text{ см}^{-1}$, позволяющий измерять светопропускание в области $900\text{--}1050 \text{ см}^{-1}$.

Подготовка к измерению. Используют растворитель CS_2 . Сероуглерод представляет собой сильнодействующее ядовитое легковоспламеняющееся вещество. Его необходимо хранить под слоем воды. Все работы с применением сероуглерода необходимо выполнять под вытяжным устройством, соблюдая при этом требования личной безопасности. Перед использованием сероуглерода от него отделяют воду в делительной воронке, засыпают прокаленным хлористым кальцием (50 г на 1 дм³ сероуглерода) и оставляют на сутки. После этого сероуглерод перегоняют (температура кипения 46°C) на водяной бане с выносным обогревом (с подачей горячей воды от выносного водоподогревателя). Допускается использовать в качестве растворителя четыреххлористый углерод. В этом случае его сушат над прокаленным хлористым кальцием (как указано выше) и перегоняют на водяной бане (температура кипения 77°C). Подготовка пикнометра (определение его истинного объема). Взвешивают пикнометры, заполняют дистиллированной водой до метки, помещают в ультратермостат при 20°C на 2 ч и повторно взвешивают. Результаты взвешиваний записывают с точностью до четвертого десятичного знака. Истинный объем пикнометра V , дм³, определяют по формуле $V = [(m_1 - m_2) / d_{20}] \cdot 1000$, где m_1 – масса пустого пикнометра, г; m_2 – масса пикнометра с водой, г; d_{20} – плотность воды при 20°C , г/см³ (0,99823). Вычисления проводят с точностью до четвертого десятичного знака. Подготовка пробы – выделение жира из продукта. Пробу продукта массой 40 – 50 г расплавляют в химическом стакане на водяной бане или в сушильном шкафу при температуре $40\text{--}60^\circ\text{C}$, выдерживают при этой температуре до полного расслоения. Жировой слой фильтруют через складчатый фильтр. Если отфильтрованный жир будет прозрачен, то приступают к измерению. При наличии в жире мути его повторно фильтруют. Проведение измерения. Пробу расплавленной топленой смеси или жировой фазы массой от 0,09 до 0,12 г

взвешивают в пикнометре с записью результата до четвертого десятичного знака, растворяют в сероуглероде (или четыреххлористом углероде), доводят до метки сероуглеродом (или CCl_4) и хорошо перемешивают. Раствор помещают в кювету с окошками из хлористого натрия или бромистого калия толщиной около 0,01 см (точная толщина кюветы указана в паспорте прибора) и измеряют светопропускание T , записывая спектр раствора жира в области $900 - 1050 \text{ см}^{-1}$ ($11,2 - 9,55 \text{ мкм}$).

Спектроскопия отражения

Спектроскопия отражения – раздел спектроскопии, изучающий закономерности отражения электромагнитного излучения от разных сред. Лежит в основе методов исследования веществ по спектрам отражения. Различают спектры внешнего и внутреннего отражения. Первые, в свою очередь, делятся на спектры зеркального отражения, когда падающий и отраженный лучи лежат в одной плоскости с нормалью к отражающей поверхности, а угол отражения равен углу падения, и спектры диффузного отражения, когда отраженные лучи рассеиваются по разным направлениям. Характер внешнего отражения излучения определяется соотношением между длиной волны λ падающего излучения и размерами неровностей отражающей поверхности. При неровностях, размеры которых меньше λ , наблюдается зеркальное отражение, в остальных случаях – диффузное отражение (рассеянное излучение). Практически отраженное излучение имеет смешанный характер; при специально выбранных условиях преобладает вклад того или иного вида отражения. Зеркальное отражение получают с применением гладкой плоской поверхности, в частности при исследовании молекулярных структур слоев, нанесенных на различные подложки, при изучении явлений адгезии, адсорбции, электрокатализа, ингибирования коррозии, а также при определении оптических постоянных. В последнем случае измеряют отражательную способность вещества $R(\nu) = I_0/I_p$, где I_0 и I_p – интенсивности отраженного и падающего излучения соответственно для спектра с волновым числом ($\nu = 1/\lambda$). При этом пучок света должен быть параллельным и падать на плоскую полированную поверхность образца. Зная оптические постоянные

веществ, можно в спектрах отражения выделить смещение и искажение форм спектральных полос и изменение их интенсивности, вызванные не оптическими эффектами, а изменениями структуры отражающей поверхности или химическими реакциями. Так, например, при исследовании спектра отражения пленки из полиметилметакрилата, нанесенной на подложку из золота, полоса, соответствующая валентному колебанию $C=O$, оказывается смещенной в высокочастотную область (примерно на 10 см^{-1}) и имеет асимметричную форму. Такие искажения возрастают при увеличении толщины пленки и уменьшении комплексного показателя преломления материала подложки. На искажение полос сильно влияет также угол падения излучения и поляризация падающего пучка. Для оценки искажений в спектрах отражения определяющую роль играет или действительная, или мнимая часть комплексного показателя преломления подложки в зависимости от оптических свойств последней. При использовании поляризованного излучения можно определить пространственную ориентацию молекул, образующих пленку на отражающей подложке, и характер их взаимодействия с подложкой. Однако, необходимо предварительно тщательно учесть роль оптических эффектов в искажении спектров отражения.

Термины и определения

Несмотря на физические различия, во всех источниках электромагнитного излучения, будь то радиоактивное вещество, лампа накаливания или телевизионный передатчик, это излучение возбуждается движущимися с ускорением электрическими зарядами. Различают два основных типа источников. В «микроскопических» источниках заряженные частицы скачками переходят с одного энергетического уровня на другой внутри атомов или молекул. Излучатели такого типа испускают гамма-, рентгеновское, ультрафиолетовое, видимое и инфракрасное, а в некоторых случаях и еще более длинноволновое излучение (примером последнего может служить линия в спектре водорода, соответствующая длине волны 21 см , играющая важную роль в радиоастрономии).

Источники второго типа можно назвать макроскопическими. В них свободные электроны проводников совершают синхронные периодические колебания. Электрическая система может иметь самые разнообразные конфигурации и размеры. Системы такого типа генерируют излучение в диапазоне от миллиметровых до самых длинных волн (в линиях электропередачи). Гамма-лучи испускаются самопроизвольно при распаде ядер атомов радиоактивных веществ, например радия. При этом происходят сложные процессы изменения структуры ядра, связанные с движением зарядов. Генерируемая частота f определяется разностью энергий E_1 и E_2 двух состояний ядра: $f = (E_1 - E_2)/h$, где h – постоянная Планка. Рентгеновское излучение возникает при бомбардировке в вакууме поверхности металлического анода (антикатода) электронами, обладающими большими скоростями. Быстро замедляясь в материале анода, эти электроны испускают так называемое тормозное излучение, имеющее непрерывный спектр, а происходящая в результате электронной бомбардировки перестройка внутренней структуры атомов анода, в результате которой атомные электроны переходят в состояние с меньшей энергией, сопровождается испусканием так называемого характеристического излучения, частоты которого определяются материалом анода. Такие же электронные переходы в атоме дают ультрафиолетовое и видимое световое излучение. Что же касается инфракрасного излучения, то оно обычно является результатом изменений, мало затрагивающих электронную структуру и связанных преимущественно с изменениями амплитуды колебаний и вращательного момента импульса молекулы. В генераторах электрических колебаний имеется «колебательный контур» того или иного типа, в котором электроны совершают вынужденные колебания с частотой, зависящей от его конструкции и размеров. Наиболее высокие частоты, соответствующие миллиметровым и сантиметровым волнам, генерируются клистрономы и магнетронами – электровакуумными приборами с металлическими объемными резонаторами, колебания в которых возбуждаются токами электронов. В генераторах более низких частот колебательный контур состоит из катушки индуктивности (индуктивность L) и конденсатора (емкость C) и возбуждается

ламповой или транзисторной схемой. Переменные поля очень низких частот, используемые для передачи электрической энергии, создаются электромашинными генераторами тока, в которых роторы, несущие проволочные обмотки, вращаются между полюсами магнитов.

СПЕКТРОСКОПИЯ, раздел физики, посвященный изучению спектров электромагнитного излучения.

СВЕТ – это электромагнитное излучение с длиной волны λ от 10^{-3} до 10^{-8} м. Этот диапазон длин волн включает инфракрасную (ИК), видимую и ультрафиолетовую (УФ) области. Инфракрасный интервал спектра (от 1 мм до 750 нм) подразделяется на дальнюю (1 мм – 50 мкм), среднюю (50 – 2,5 мкм) и ближнюю (2,5 мкм – 750 нм) области. При комнатной температуре любое материальное тело излучает в дальней инфракрасной области, при температуре белого каления излучение сдвигается в ближнюю инфракрасную, а затем и в видимую часть спектра. Видимый спектр простирается от 750 нм (красная граница) до 400 нм (фиолетовая граница). Свет этих длин волн воспринимается человеческим глазом, и именно на эту область приходится большое число спектральных линий атомов. Диапазон от 400 до 200 нм соответствует ультрафиолетовой области, далее примерно до 1 – 10 нм следует вакуумный ультрафиолет.

ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ, электромагнитные волны, возбуждаемые различными излучающими объектами, – заряженными частицами, атомами, молекулами, антеннами и пр. В зависимости от длины волны различают гамма-излучение, рентгеновское, ультрафиолетовое излучение, видимый свет, инфракрасное излучение, радиоволны и низкочастотные электромагнитные колебания.

Вопросы и задачи

1. Теоретические основы спектрометрии.

2. Взаимодействие веществ с электромагнитным излучением.
3. Классификация методов анализа.
4. Общая характеристика и классификация физико-химических методов анализа и их достоинства.
5. Общая характеристика и классификация физических методов анализа.
6. Оптические методы физико-химического анализа. Классификация.
7. Сущность фотометрического анализа. Происхождение молекулярных спектров.
8. Спектры поглощения. Зависимость поглощения от строения молекул или ионов.
9. Законы поглощения электромагнитного излучения. Основное уравнение фотометрического анализа.
10. Основные приемы фотометрического анализа. Метод сравнения. Метод градуировочного графика.
11. Метод добавок в анализе многокомпонентных систем.
12. Метод фотометрического титрования.
13. Метод дифференциальной фотометрии.
14. Нефелометрический метод анализа.
15. Турбидиметрический метод анализа.
16. Люминесценция. Виды люминесценции.
17. Спектры поглощения и спектры люминесценции.
18. Зависимость интенсивности люминесценции (флуоресценции) от концентрации и использование ее в анализе. Тушение люминесценции.
19. Применение люминесцентного метода анализа. Сортной анализ. Люминесцентная микроскопия. Люминесцентный химический анализ.
20. Сущность хроматографии. Классификация хроматографических методов разделения и анализа.

21. Хроматограммы в колоночной хроматографии. Элюирование.
22. Ионообменная хроматография. Иониты. Применение ионного обмена в аналитической химии.
23. Распределительная хроматография. Бумажная хроматография. Тонкослойная хроматография.
24. Высокоэффективная жидкостная хроматография.
25. Газовая хроматография.
26. Рассчитать концентрацию вещества в растворе, если известно, что $e = 100$, кювета стандартная 1 см, а величина $D_{546} = 2$.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Методические указания по организации и проведению самостоятельной
работы студентов
по дисциплине
Возможности и ограничения спектральных методов анализа

Направление подготовки 04.04.01 Химия

Аналитическая химия и химическая экспертиза

Ставрополь, 2026

Пояснительная записка

Цель самостоятельной работы студентов:

1. Систематизировать современные процессы интеграции Российского высшего образования в общеевропейскую и мировую образовательную практику; раскрыть сущность проблем организации учебно-воспитательного процесса на современном этапе развития высшего образования.
2. Подобрать такой дидактический материал для самостоятельной работы, который бы позволил применить полученные знания на практике и развивать инициативу, активность и творческие способности.
3. Помочь студентам в формировании у них компетенций, согласно учебного плана.

Основными формами работы и контроля студентов являются:

Индивидуальное решение заданий, позволяющих оценивать и диагностировать уровень обученности, уровень умений и навыков по дисциплине.

Собеседование - форма учебной деятельности, специальная беседа преподавателя со студентом на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, рассчитанная на выяснение объема знаний студента по определенному разделу, теме, проблеме и т. п., позволяющая оценить их умение аргументировать собственную точку зрения, предполагающая всестороннее обсуждение какого-либо вопроса, проблемы или сопоставлении информации, идей, мнений, предложений.

Реферат - раскрытие сущности исследуемой проблемы, включающее обращение к различным точкам зрения на вопрос, а также изложение собственных взглядов на нее.

Требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работе студентов.

Индивидуальное решение заданий, позволяющих оценивать и диагностировать уровень обученности, уровень умений и навыков студентов по дисциплине «Практическая хроматография».

Для подготовки к выполнению задания следует изучить и проанализировать рекомендованную литературу и на их основании подготовиться к изложению темы.

При проверке задания оцениваются

- уверенное владение материалом;
- умение четко и логично излагать свои мысли;
- умение творчески подходить к решению основных проблем темы;
- самостоятельность мышления, умение отстаивать свою позицию в ходе последующих дискуссий,
- самостоятельная и выразительная устная речь, полностью раскрывающая суть проблематики задания.

Собеседование - форма учебной деятельности, специальная беседа преподавателя со студентом на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, рассчитанная на выяснение объема знаний студента по определенному разделу, теме, проблеме и т.п., позволяющая оценить их умение аргументировать собственную точку зрения, предполагающая всестороннее обсуждение какого-либо вопроса, проблемы или сопоставлении информации, идей, мнений, предложений.

Принципиальные отличия заданий базового уровня от повышенного заключаются в большем объеме фактов и событий, в сравнительно-аналитическом характере изложения материала, его теоретической (методологической) составляющей.

Для подготовки к каждой теме следует изучить и законспектировать рекомендованные источники и научную литературу и на их основании

подготовиться к указанным в методических материалах вопросам для обсуждения.

При проверке задания, оцениваются:

- активное участие в работе;
- уверенное владение материалом;
- умение четко и логично излагать свои мысли;
- умение творчески подходить к решению основных вопросов темы;
- самостоятельность мышления,
- полное соответствие конспекта установленным требованиям;
- самостоятельная устная речь, полностью раскрывающая суть

проблематики собеседования.

Реферат - раскрытие сущности исследуемой проблемы, включающее обращение к различным точкам зрения на вопрос, а также изложение собственных взглядов на нее.

Структура и содержание реферата

Структура реферата включает в себя следующие элементы:

1. титульный лист;
2. оглавление;
3. введение;
4. основная часть;
5. заключение;
6. список литературы и источников;
7. приложение.

Титульный лист - это информация о выходных данных вашей работы. Он является первой страницей научной работы и заполняется по строго определенным правилам. Титульный лист не нумеруется.

В *оглавлении* текста последовательно излагаются названия пунктов реферата с указанием страницы, с которой начинается каждый пункт. Заголовки оглавления должны точно повторять заголовки в тексте. Сокращать или давать их в другой формулировке, последовательности и соподчиненности по сравнению с заголовками в тексте нельзя. Заголовки одинаковых ступеней рубрикации необходимо располагать друг под другом. Заголовки каждой последующей ступени сдвигают на три-пять знаков вправо по отношению к заголовкам предыдущей ступени. Все заголовки начинают с прописной буквы без точки на конце. Последнее слово каждого заголовка соединяют отточием с соответствующим ему номером страницы в правом столбце оглавления.

Введение к работе. Здесь обычно обосновываются актуальность выбранной темы, цель и содержание поставленных задач, формулируются объект и предмет исследования, указывается избранный метод (или методы) исследования.

Содержание глав основной части должно точно соответствовать теме реферата и полностью её раскрывать. Эти главы должны показать умение автора, сжато, логично и аргументировано излагать материал. Важно понимать, что каждая глава должна представлять собой законченное произведение. Её

следует начинать постановкой рассматриваемой задачи, а завершать четкими, аргументированными выводами. Все приводимые в работе данные обязательно следует сопровождать подстрочной ссылкой на источник, описание которого должно приводиться в соответствии с требованиями библиографических стандартов. Как правило, основная часть реферата состоит из 2-3 глав, которые в случае необходимости разбиваются на параграфы.

Реферат заканчивается заключительной частью, которая так и называется «*заключение*». Этот синтез - последовательное, логически стройное изложение полученных итогов и их соотношение с общей целью и конкретными задачами, поставленными и сформулированными во введении.

После заключения помещается *библиографический список использованной литературы*, куда включаются оригинальные тексты, монографические исследования, научные статьи, учебные пособия и др.

Каждый включенный в такой список литературный источник должен иметь отражение в тексте реферата. Если автор реферата делает ссылку на какие-либо заимствованные факты или цитирует работы других авторов, то он должен обязательно указать в подстрочной ссылке, откуда взяты приведенные материалы. Список литературы должен включать не менее 10 источников.

Объем реферата должен составлять не менее 24 страниц машинописного текста. Объем приложений не ограничивается.

Общие требования к оформлению реферата.

Текст реферата должен быть напечатан на одной стороне стандартного листа белой односторонней бумаги формата А4 (210х297 мм) через полтора интервала (размер шрифта - 14) с применением черных чернил с полями вокруг текста. Размер левого поля 30 мм, правого - 10 мм, верхнего - 20 мм, нижнего - 20 мм. При таких полях каждая страница должна содержать приблизительно 1800 знаков (30 строк, по 60 знаков в строке, считая каждый знак препинания и пробел между словами также за печатный знак).

Текст перепечатывается в строго последовательном порядке. Не допускаются разного рода текстовые вставки и дополнения, помещаемые на отдельных страницах или на оборотной стороне листа, и переносы кусков текста в другие места. Все сноски и подстрочные примечания перепечатываются (через один интервал) на той странице, к которой они относятся. Все страницы нумеруются, начиная с титульного листа. Цифру, обозначающую порядковый номер страницы, ставят в правом углу верхнего поля листа (на первой и второй странице цифру, обозначающую порядковый номер, не ставят).

Приложение для рефератов является желательным, но необязательным элементом. В приложение обычно входят различные таблицы, графики, схемы, рисунки и т.п. Приложения помещают после списка использованных библиографических источников в порядке их упоминания в тексте. Каждое приложение следует начинать с нового листа. Приложение не входит в параметры минимального объема работы.

Критерии оценки самостоятельной работы студентов

Критерии оценивания результатов самостоятельной работы студентов разработаны с учетом требований ФГОС ВО. Задания, выносимые на самостоятельную работу, оцениваются по шкале «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» и «неудовлетворительно».

Оценка «отлично» выставляется студенту, если теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов; исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагает материал; свободно справляется с задачами,

вопросами и другими видами применения знаний; использует в ответе дополнительный материал все предусмотренные программой задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному; анализирует полученные результаты; проявляет самостоятельность при выполнении заданий.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если теоретическое содержание курса освоено полностью, необходимые практические компетенции в основном сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения достаточно высокое. Студент твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, большинство предусмотренных программой заданий выполнено, но в них имеются ошибки, при ответе на поставленный вопрос студент допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, наблюдаются нарушения логической последовательности в изложении программного материала.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если он не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы, необходимые практические компетенции не сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнено, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к минимальному.

Рекомендуемая литература:

Основная литература:

1. Мазалов Л.Н. Рентгеновские спектры. Новосибирск.:ИНХ СО РАН, 2003, 329 с
2. Дробышев А.И. Основы атомного спектрального анализа СПб.: Изд-во СПбГУ, 1997.-200 с.
3. Лосев Н.Ф., Смагунова А.Н. Основы рентгеноспектрального флуоресцентного анализа. М.: 1982.
4. Пешкова В.М., Громова М.И. Методы абсорбционной спектроскопии в аналитической химии. М.: Высшая школа, 1976.
5. Хавезов И., Цалев Д. Атомно-абсорбционный анализ. Л.: Химия, 1983.
6. Томпсон М., Уолш Д.Н. Руководство по спектрометрическому анализу с индукционно связанной плазмой. М.: Недра, 1988

Дополнительная литература:

1. Вилков Л.В., Пентин Ю.А. Физические методы исследования в химии. Резонансные и электрооптические методы. М.: Высш. шк., 1989. 288 с. 14.
2. Кузьменко Н.Е. Гл. 11. Спектроскопические методы // Основы аналитической химии. Кн. 2. Методы химического анализа. М.: Высш. шк., 1996. С. 199–352; 2-е изд., 1999.
3. Кузяков Ю.Я., Семененко К.А., Зоров Н.Б. Методы спектрального анализа. М.: Изд-во МГУ, 1990.
4. Булатов М.И., Калинин И.П. Практическое руководство по фотометрическим методам анализа. Л.: Химия, 1986.

Интернет-ресурсы:

1. <http://ru.wikipedia.org> - электронная энциклопедия.
2. <http://www.koob.ru> - электронная библиотека.
3. <http://www.iqlib.ru> - Электронно-библиотечная система.
4. <http://studentam.net> - электронная библиотека учебников.
5. www.dissercat.ru - электронная библиотека диссертационных работ.

Программное обеспечение:

Специализированное программное обеспечение не требуется