

Департамент образования Администрации города Екатеринбурга
Муниципальное автономное общеобразовательное учреждение
гимназия № 161
(МАОУ гимназия №161)

620146, г. Екатеринбург, бульвар Денисова-Уральского, 9 а,
Тел. (343)267-29-08, факс 267-40-71, e-mail: gymnazy161@mail.ru сайт: гимназия161.екатеринбург.рф
ОКПО 41748880, ОГРН 1026605241321, ИНН 6661055708, КПП 667101001

РАССМОТРЕНО:

Методическим объединением
учителей естественно-
научных предметов
Протокол №1 от 29.08.2025 г.

СОГЛАСОВАНО:

Заместитель директора
Кумина О.В.
29.08.2025 г.

УТВЕРЖДЕНО:

Директор
Белоцерковская А. Р.
Приказ № 270-ОД
от 29.08.2025 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
ЭЛЕКТИВНОГО КУРСА «АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ.
КАЧЕСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ»
УРОВНЯ СРЕДНЕГО ОБЩЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

СОСТАВИТЕЛИ:

Тарасевич Н.Н.

Екатеринбург, 2025 г.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Программой предусматривается изучение теоретических основ химических методов разделения и концентрирования веществ, их обнаружения и идентификации, а также их последующего количественного определения различными методами – гравиметрическим и объемным, или титриметрическим. Акцент при этом делается на методы, в основе которых лежит визуальная регистрация аналитических эффектов без использования современного химико-аналитического оборудования, а сами методы анализа могут быть условно названы химическими или «классическими». Необходимость изучения данных методов в отдельном курсе связана как с историей становления и развития аналитической химии, так и с тем, что теоретические основы современной аналитической химии и используемые ей методы во многом базируются на материале, полученном при изучении именно химических особенностей поведения веществ в различных процессах. В связи с этим, граница между современной аналитической химией и «классическими» методами анализа представляется во многом условной.

Структура курса включает в себя следующие разделы: вводную часть, общие теоретические основы аналитической химии, методы обнаружения и разделения, методы количественного определения веществ, метрологию химического анализа и аналитическую химию реальных объектов. В связи с этим, после изложения вводной части курса, включающей историю аналитической химии и общее рассмотрение ее методов, излагаются обязательные для данного курса представления о химическом равновесии. Основное внимание при этом уделяется факторам, определяющим состояние химического равновесия и принципиальным возможностям использования этих факторов для управления химическими превращениями в гомогенных и гетерогенных системах.

Все разновидности возможных химических процессов и их сочетаний оцениваются с точки зрения формирования аналитического сигнала, определяемого визуально, и его функциональной связи с природой и концентрацией компонентов исследуемых вещественных систем. При этом всесторонне показывается роль методов предварительного разделения и концентрирования с целью получения достоверных сведений о составе анализируемого объекта.

С целью закрепления полученных теоретических знаний программой курса на практике предусмотрен цикл лабораторных работ по методам разделения, концентрирования и обнаружения компонентов, гравиметрическим и титриметрическим методам определения. Цикл заканчивается выполнением итогового или зачетного лабораторного задания по выполнению анализа объекта сложного состава.

Тематика практических и семинарских занятий предусматривает детальное рассмотрение наиболее важных теоретических положений, решение расчетных задач, обобщение результатов лабораторных работ.

Основные цели курса:

- формирование у учащихся системных знаний о свойствах веществ и особенностях их реакционной способности, и определяемых ими возможностях их разделения, выделения и концентрирования с целью последующего определения.
- осознавать роль аналитической химии в современном обществе – в научных исследованиях, в промышленности, в мониторинге окружающей среды, в медицине -- аналитическая химия тесно связана с новейшими достижениями других наук, и, в свою очередь, способствует их развитию, разрабатывая новые методы анализа и контроля.

Задачи курса:

- формирование современных представлений о методах анализа объектов окружающей среды (воздуха, природных и сточных вод, почвы);

- приобретение знаний о применении методов качественного и количественного химического анализа в экологическом мониторинге для контроля загрязненности окружающей среды;
- развитие научного мышления и общетехнической эрудиции, позволяющих решать разнообразные аналитические задачи, встречающиеся на практике;
- формирование навыков самостоятельной работы с учебной и справочной литературой по аналитической химии.

СОДЕРЖАНИЕ ЭЛЕКТИВНОГО КУРСА «АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИИ. КАЧЕСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ»

10 КЛАСС

«Качественный анализ». Теоретические основы качественного анализа

Краткая характеристика методов качественного анализа

Чувствительность аналитических реакций

Условия проведения аналитических реакций

Специфичность и избирательность аналитических реакций

Аналитическая классификация ионов. Лабораторная работа

Закон действия масс как основа качественного анализа

Основные положения теории электролитической диссоциации

Теория сильных электролитов

Кислотно-основные свойства веществ

Водородный показатель среды

Буферные растворы

Равновесие в гетерогенных системах

Гидролиз солей. Механизм гидролиза по катиону. Механизм гидролиза по аниону

Амфотерность гидроксидов

Окислительно-восстановительные реакции

Комплексные соединения

Обнаружения индивидуальных ионов и анализ смесей ионов

Частные реакции катионов I аналитической группы

реакции катиона калия (+1)

реакции катиона натрия (+1)

реакции катиона аммония (+1)

Ход анализа смеси катионов I группы

Частные реакции катионов II группы

действие группового реагента

реакции катиона серебра (+1)

реакции катиона свинца (+2)

реакции катиона ртути (+2)

Анализ смеси катионов II группы

Частные реакции катионов III группы

действие группового реагента

реакции катиона бария (+2)

реакции катиона кальция (+2)

реакции катиона стронция (+2)

Анализ смеси катионов III аналитической группы

Анализ смеси катионов I-III аналитических групп катионов

раствор без осадка

раствор с осадком

Частные реакции катионов IV группы

действие группового реагента

реакции катиона алюминия (+3)

реакции катиона хрома (+3)

реакции катиона цинка (+2)

Анализ смеси катионов IV группы

Частные реакции V группы

действие группового реагента

реакции катиона железа (+2)

реакции катиона железа (+3)
реакции катиона марганца (+2)
реакции катиона магния (+2)
Анализ смеси катионов V группы
Частные реакции катионов VI группы
действие группового реагента
реакции катиона меди (+2)
реакции катиона кадмия(+2)
реакции катиона ртути (+2)
реакции катиона кобальта (+2)
реакции катиона никеля (+2)
Анализ смеси катионов VI группы
Анализ смеси катионов IV, V и VI групп
Анализ смеси всех шести групп
анализ смеси катионов всех шести групп с отделением осадка
анализ смеси без отделения осадка
анализ смеси без осадка
Реакции анионов I аналитической группы
реакции сульфат-аниона(-2)
реакции сульфит-аниона(-2)
реакции карбонат-аниона(-2)
обнаружение аниона CO_3^{2-} (-2) в присутствии аниона SO_3^{2-} (-2)
реакции фосфат-аниона(-3)
реакции силикат-аниона(-2)
Реакции анионов II аналитической группы
действие группового реагента
реакции бромид-аниона (-1)
реакции иодид-аниона(-1)
реакции сульфид-аниона(-2)
Реакции анионов III аналитической группы
реакции нитрит-аниона (-1)
реакции нитрат-аниона (-1)
реакции ацетат-аниона (-1)
Анализ смеси анионов всех аналитических групп
Анализ твердого вещества
реакции на обнаружение катионов-реакции на обнаружение анионов

11 КЛАСС

«Количественный анализ»

Гравиметрический анализ

Сущность гравиметрического анализа

Техника выполнения гравиметрического анализа

Основные операции гравиметрического анализа

Объемный анализ

Сущность титриметрического анализа

Химические индикаторы для установления точки эквивалентности

Расчеты в титриметрическом анализе

Метод нейтрализации (кисотно-основное титрование)

Лабораторные работы

Окислительно-восстановительное титрование (редоксиметрия)

Осадочное титрование

Лабораторные работы

Комплексометрия

Лабораторные работы

Физико-химические (инструментальные) методы анализа

Оптические методы анализа

Электрохимические методы анализа

Хроматографические методы анализа

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ЭЛЕКТИВНОГО КУРСА

Личностными результатами обучения являются:

- умение управлять своей познавательной деятельностью;
- готовность и способность к образованию, в том числе самообразованию на протяжении всей жизни; сознательное отношение к непрерывному образованию как условию успешной профессиональной и общественной деятельности;
- умение сотрудничать со взрослыми, сверстниками, детьми младшего возраста в образовательной, учебно-исследовательской, проектной и других видах деятельности;
- сформированность мировоззрения, соответствующего современному уровню развития науки; осознание значимости науки, владения достоверной информацией о передовых достижениях и открытиях мировой и отечественной науки; заинтересованность в научных знаниях об устройстве мира и общества; готовность к научно-техническому творчеству;
- чувство гордости за российскую химическую науку, гуманизм;
- положительное отношение к труду, целеустремленность;
- экологическая культура, бережное отношение к родной земле, природным богатствам России и мира, понимание ответственности за состояние природных ресурсов и разумное природопользование.

Метапредметными результатами освоения выпускниками средней школы программы по химии являются:

Освоение регулятивных универсальных учебных действий:

- самостоятельно определять цели, ставить и формулировать собственные задачи в образовательной деятельности и жизненных ситуациях;
- оценивать ресурсы, в том числе время и другие нематериальные ресурсы, необходимые для достижения поставленной ранее цели;
- сопоставлять имеющиеся возможности и необходимые для достижения цели ресурсы;
- определять несколько путей достижения поставленной цели;
- задавать параметры и критерии, по которым можно определить, что цель достигнута;
- сопоставлять полученный результат деятельности с поставленной заранее целью;
- осознавать последствия достижения поставленной цели в деятельности, собственной жизни и жизни окружающих людей;

Освоение познавательных универсальных учебных действий:

- критически оценивать и интерпретировать информацию с разных позиций;
- распознавать и фиксировать противоречия в информационных источниках;
- использовать различные модельно-схематические средства для представления выявленных в информационных источниках противоречий;
- осуществлять развернутый информационный поиск и ставить на его основе новые (учебные и познавательные) задачи;
- искать и находить обобщенные способы решения задач;
- приводить критические аргументы, как в отношении собственного суждения, так и в отношении действий и суждений другого человека;
- анализировать и преобразовывать проблемно-противоречивые ситуации;
- выходить за рамки учебного предмета и осуществлять целенаправленный поиск возможности широкого переноса средств и способов действия;
- выстраивать индивидуальную образовательную траекторию, учитывая ограничения со стороны других участников и ресурсные ограничения;
- занимать разные позиции в познавательной деятельности (быть учеником и учителем; формулировать образовательный запрос и выполнять консультативные функции самостоятельно; ставить проблему и работать над ее решением; управлять совместной

познавательной деятельностью и подчиняться);

Освоение коммуникативных универсальных учебных действий:

- осуществлять деловую коммуникацию как со сверстниками, так и со взрослыми (как внутри образовательной организации, так и за ее пределами);
- при осуществлении групповой работы быть как руководителем, так и членом проектной команды в разных ролях (генератором идей, критиком, исполнителем, презентующим и т. д.);
- развернуто, логично и точно излагать свою точку зрения с использованием адекватных (устных и письменных) языковых средств;
- распознавать конфликтные ситуации и предотвращать конфликты до их активной фазы;
- согласовывать позиции членов команды в процессе работы над общим продуктом/решением;
- представлять публично результаты индивидуальной и групповой деятельности как перед знакомой, так и перед незнакомой аудиторией;
- подбирать партнеров для деловой коммуникации, исходя из соображений результативности взаимодействия, а не личных симпатий;
- воспринимать критические замечания как ресурс собственного развития;
- точно и емко формулировать как критические, так и одобрительные замечания в адрес других людей в рамках деловой и образовательной коммуникации, избегая при этом личностных оценочных суждений.

Предметные результаты:

- организационно-предметные (умения планировать химический эксперимент, ход решения химической задачи, готовить рабочее место в химическом кабинете, ликвидировать последствия химического опыта);
 - содержательно-интеллектуальные (умения преобразовать и применять химические знания, применять методы химических наук);
 - информационно-коммуникативные (умения извлекать химическую информацию при чтении химических уравнений, формул, текстов, схем, общаться на языке и химической науки, кодировать информацию на химическом языке);
 - химико-экспериментальные (умения выполнять химический эксперимент, собирать, использовать и разбирать химические приборы, аппараты и установки, интерпретировать, оформлять результаты химических опытов);
 - расчетно-вычислительные (умения решать расчетные, расчетно-экспериментальные и качественные задачи, использовать вычислительную технику при решении химических задач);
 - оценочно-методологические (умения давать оценку имеющимся химическим знаниям, методам, явлениям и применять усвоенные нормы отношений к химическим явлениям);
 - изобразительно-графические (умения применять педагогическую графику и изобразительные средства при раскрытии сущности химических объектов и их свойств);
 - конструктивно-моделирующие (умения конструировать и применять структурно и функционально подобные модели химических объектов макро- и микромира);
 - самообразовательные (умения осуществлять саморефлексию, самоконтроль и самооценку в процессе химического образования);
 - творческие (умения применять химические знания с целью решения нового класса задач, осуществлять перенос знаний для их использования в новых нестандартных ситуациях).
- Кроме того, на уроках химии следует уделять внимание формированию ценностных отношений к труду, наукам, образованию, культуре, технике (технологиям, производству), природе (миру, космосу), обществу (человеку, здоровью).

**ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ
10 КЛАСС**

№ п/п	Раздел	Кол-во часов
1	Теоретические основы качественного анализа	11
2	Обнаружения индивидуальных ионов и анализ смесей ионов	23
ИТОГО		34

**ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ
11 КЛАСС**

№ п/п	Раздел	Кол-во часов
1	Гравиметрический анализ	6
2	Объемный анализ	24
3	Физико-химические (инструментальные) методы анализа	4
ИТОГО		34

**ПОУРОЧНОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ
ЭЛЕКТИВНОГО КУРСА
«АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ. КАЧЕСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ»
10 КЛАСС**

№ урока	Тема	Кол-во часов
Раздел 1. Теоретические основы качественного анализа		
1	Краткая характеристика методов качественного анализа	1
2	Специфичность и избирательность аналитических реакций	1
3	Аналитическая классификация ионов. Лабораторная работа	1
4	Закон действия масс как основа качественного анализа	1
5	Основные положения теории электролитической диссоциации	1
6	Водородный показатель среды	1
7	Буферные растворы	1
8	Гидролиз солей. Механизм гидролиза по катиону. Механизм гидролиза по аниону	1
9	Амфотерность гидроксидов	1
10	Окислительно-восстановительные реакции	1
11	Комплексные соединения	1
Раздел 2. Обнаружения индивидуальных ионов и анализ смесей ионов		
12	Частные реакции катионов I аналитической группы	1
13	Ход анализа смеси катионов I группы	1
14	Частные реакции катионов II группы	1
15	Анализ смеси катионов II группы	1
16	Частные реакции катионов III группы	1
17	Анализ смеси катионов III аналитической группы	1
18	Анализ смеси катионов I-III аналитических групп катионов	1
19	Частные реакции катионов IV группы	1
20	Анализ смеси катионов IV группы	1
21	Частные реакции V группы	1
22	Анализ смеси катионов V группы	1
23	Частные реакции катионов VI группы	1
24	Анализ смеси катионов VI группы	1
25	Анализ смеси катионов IV, V и VI групп	1
26	Анализ смеси всех шести групп	1
27	Реакции анионов I аналитической группы	1
28	Реакции анионов II аналитической группы	1
29	Реакции анионов III аналитической группы	1
30	Анализ смеси анионов всех аналитических групп	1
31	Анализ твердого вещества	1
32	Практическая работа . Анализ твердого вещества	1
33	Итоговый контроль	1
34	Анализ контрольной работы	1
ИТОГО		34

**ПОУРОЧНОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ
ЭЛЕКТИВНОГО КУРСА
«АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ. КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ»
11 КЛАСС**

№ урока	Тема	Кол-во часов
Раздел 1. Гравиметрический анализ		
1	Знакомство с лабораторным оборудованием	1
2	Сущность гравиметрического анализа	1
3	Техника выполнения гравиметрического анализа	1
4	Практическая работа	1
5	Основные операции гравиметрического анализа	1
6	Практическая работа	1
Раздел 2. Объемный анализ		
7	Сущность титриметрического анализа	1
8	Решение задач	1
9	Химические индикаторы для установления точки эквивалентности	1
10	Расчеты в титриметрическом анализе	1
11	Решение задач	1
12	Метод нейтрализации (кисотно-основное титрование)	1
13	Практическая работа	1
14	Практическая работа	1
15	Практическая работа	1
16	Практическая работа	1
17	Окислительно-восстановительные реакции в аналитической химии	1
18	Окислительно-восстановительное титрование (редоксиметрия)	1
19	Практическая работа	1
20	Осадочное титрование	1
21	Лабораторные работы	1
22	Комплексометрия	1
23	Лабораторные работы	1
24	Решение задач	1
25	Практическая работа	1
26	Практическая работа	1
27	Решение задач	1
28	Решение задач	1

29	Решение задач	1
30	Практическая работа	1
Раздел 3. Физико-химические (инструментальные) методы анализа		
31	Оптические методы анализа	1
32	Электрохимические методы анализа	1
33	Хроматографические методы анализа	1
34	Итоговый контроль	1
ИТОГО		34

Рассмотрены дидактические элементы изучения учащимися старших классов средней общеобразовательной школы основных методов аналитической химии на лекционных, практических и лабораторных занятиях.

Ключевые слова

Сера, сернистая кислота, соли сернистой кислоты и их свойства.

Химическая, нефтеперерабатывающая, фармацевтическая, металлургическая и горнодобывающая промышленности используют химический анализ вещества как средство контроля производства и качества выпускаемой продукции.

В этой связи изучение основных методов аналитической химии старшеклассниками относится к числу основных задач дидактики общего среднего образования учащейся молодежи [1].

Ориентированный на обучение творчески целеустремленных, интеллектуально активных и научно компетентных учащихся средней общеобразовательной школы учитель химии проектирует и реализует на лекционных, практических и лабораторных занятиях нижеследующее содержание учебных тем [2] по основным методам аналитической химии.

Аналитическая химия как фундаментальная и прикладная наука развивающая теорию химического анализа веществ и материалов и разрабатывающая методы обнаружения, разделения и определения химических элементов и их соединений в составе вещества.

Задачами качественного анализа выделяются установление присутствия в пробе тех или иных ионов, атомов, или молекул вещества и идентификация веществ и компонентов в пробе неизвестного состава.

Задачами количественного анализа являются определение химического состава веществ и их химического строения.

Краткая история химического анализа вещества в трудах ученых античности, средневековья и современности, выполненных в Европе, Азии, России и Северной Америке.

Химический анализ как измерение количества вещества на основе достижений физической и химической науки.

Статистическая обработка данных и результатов химического анализа вещества при нормальном распределении ошибок измерения.

Основы теории и практики отбора и подготовки пробы к химическому анализу вещества.

Элементы термодинамики и кинетики химических реакций и процессов,

используемых в химическом анализе вещества.

Использование кислотно-основных свойств соединений в проектировании и реализации химического анализа вещества.

Образование сложных химических систем из простых элементов или реакции комплексообразования и их применение в химическом анализе вещества.

Процесс осаждения как один из основных методов химического анализа вещества.

Окислительно–восстановительные процессы, используемые в аналитической химии.

Гравиметрический или весовой анализ, основанный на измерении массы определяемого компонента, как метод количественного анализа состава вещества.

Определение содержания нефтепродуктов в реальных объектах методом газовой хроматографии.

Краткая характеристика спектроскопических методов химического анализа вещества.

Дидактический опыт изучения основных методов аналитической химии учащимися старших классов средней общеобразовательной школы выявил нижеследующее:

Систематическое и регулярное установление и развитие междисциплинарной связи между химией, физикой и математикой способствует успешному освоению старшеклассниками вопросов химического анализа вещества.

Изучение ряда вопросов аналитической химии в средней общеобразовательной школе приводит к формированию у старшеклассников целостной естественнонаучной картины мира [3].

Дополнительные знания старшеклассников в области теории и методов химического анализа вещества приводят к расширению их научного кругозора в области народнохозяйственных приложений химии.

Вывод, следующий из анализа и обобщения приведенного выше краткого материала, состоит в обоснованности включения ряда вопросов аналитической химии в содержание общего образования учащейся молодежи.

Список использованной литературы:

Нормативная база

1. Федеральный закон от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации».

2. Федеральный государственный образовательный стандарт среднего общего образования (утвержден приказом Минобрнауки России от 17 мая 2012 г. № 413; зарегистрирован Минюстом России 7 июня 2012 г. № 24480).

3. Федеральная образовательная программа среднего общего образования (утверждена приказом Минпросвещения России от 18 мая 2023 г. № 371; зарегистрирован Минюстом России 12 июля 2023 г. № 74228).

1. Каримов М.Ф. Состояние и задачи совершенствования химического и естественно-

- математического образования молодежи // Башкирский химический журнал. – 2009. – Т.16. - № 1. - С. 26 – 29.
2. Каримов М.Ф. Образовательные траектории будущих химиков, физиков и математиков в пятимерном пространстве информационного моделирования действительности // Башкирский химический журнал. - 2012. – Т. 19. - № 2. – С. 78 - 81.
 3. Каримов М.Ф. Химия как основа системно – структурно - функциональной методологии учебного и научного познания и преобразования действительности // Башкирский химический журнал. – 2007. – Т.14. - № 2. – С. 59– 63.
 4. Алексеев В.Н. Качественный химический полумикроанализ. М.: Химия. 1973.
 5. Третьяков Ю.Д., Мартыненко Л.И., Григорьев А.Н., Цивадзе А.Ю. Неоргани-ческая химия. М.: Химия. 2001.
 6. Методы обнаружения и разделения элементов (практическое пособие). Под ред. И.П. Алимарина. М.: Изд-во Моск. ун-та. 1984.
 7. Основы аналитической химии. Практическое руководство. Под ред. Ю.А. Золотова. М.: Высшая школа. 2003.

Интернет-источники

1. <https://rutube.ru/video/9f36eb6f73b69c79d5200b06ff2dd464/>
2. <https://teach-in.ru/lecture/09-13-Shekhovtsova>
3. <https://rutube.ru/plst/694544/>

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

СВЕДЕНИЯ О СЕРТИФИКАТЕ ЭП

Сертификат 665813868896249450789253550581075301583087309075

Владелец Белоцерковская Анастасия Романовна

Действителен с 11.09.2024 по 11.09.2025