Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение
«Средняя общеобразовательная школа №4 р.п. Линево»
Искитимского района Новосибирской области

РАССМОТРЕНО
На методическом объединении
Учителей естественных наук
Протокол № 1 от 28.08.2026

СОГЛАСОВАНО
с заместителем директора по УВР
Марченко Е.П.
От 28.08.2026

УТВЕРЖДЕНО
Приказом №52 от
28.08.2026

Рабочая программа
курса внеурочной деятельности
«Качественный анализ»
для среднего общего образования

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Курс «Качественный анализ» разработан для учащихся 10–11 классов, осваивающих предметы естественнонаучного цикла на профильном уровне. Программа направлена на углубленное изучение теоретических основ и практических приемов идентификации неорганических и органических веществ. Актуальность курса определяется необходимостью подготовки школьников к осознанному профессиональному выбору в области химии, биологии, медицины, фармации, экологии и материаловедения, а также к успешному выполнению исследовательских проектов и участию в олимпиадах.

Цель курса: формирование у обучающихся целостной системы теоретических знаний и устойчивых практических навыков в области качественного химического анализа, развитие исследовательской компетентности и экспериментальной культуры.

Задачи курса:

- Обучающие: систематизировать и углубить знания о теоретических основах аналитической химии (закон действия масс, ионные равновесия, гидролиз, комплексообразование, ОВР); изучить аналитическую классификацию катионов и анионов, специфические и групповые реакции на ионы.
- Развивающие: сформировать навыки работы с лабораторным оборудованием, химической посудой и реактивами; научить планировать эксперимент, вести наблюдения, фиксировать и обрабатывать результаты; развить логическое мышление, умение анализировать, сравнивать и делать выводы.
- Воспитательные: воспитать ответственное отношение к соблюдению правил техники безопасности, аккуратность, трудолюбие, готовность к работе в коллективе; сформировать устойчивую мотивацию к познавательной и исследовательской деятельности.

Программа рассчитана на 34 часа (1 час в неделю) и предполагает сочетание теоретических занятий (лекции, семинары) с практическими (лабораторные работы, решение экспериментальных задач, проектная деятельность). Оценка результатов осуществляется в форме текущего контроля (защита лабораторных работ), промежуточного (отчеты по практикуму) и итогового (индивидуальное экспериментальное задание).

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ КУРСА

Личностные результаты:

- формирование готовности и способности к осознанному выбору профессии в области естественных наук;
- развитие ответственного отношения к учебной и исследовательской деятельности, к соблюдению норм безопасности в химической лаборатории;
- формирование экологического мышления, понимания роли химического анализа в контроле качества окружающей среды;
- воспитание аккуратности, терпения, наблюдательности и навыков командной работы.

Метапредметные результаты:

Регулятивные универсальные учебные действия:

- самостоятельно определять цели и задачи предстоящего эксперимента, составлять план его проведения;
- выбирать оптимальные методы и средства для решения аналитической задачи;
- осуществлять самоконтроль и коррекцию своих действий в ходе выполнения лабораторных работ;
- оценивать полученные результаты, формулировать выводы и определять направления для дальнейшего исследования.

Познавательные универсальные учебные действия:

- использовать знаково-символические средства (химические формулы, уравнения реакций, схемы анализа) для описания химических процессов;
- анализировать и обобщать информацию из различных источников (учебники, справочники, научные статьи, базы данных);

- проводить сравнение, классификацию, установление причинно-следственных связей между составом вещества и его аналитическими свойствами;
- строить логическое рассуждение, включающее установление взаимосвязей между теоретическими положениями и экспериментальными данными;
- осуществлять исследовательскую деятельность: выдвигать гипотезы, планировать эксперимент, интерпретировать результаты, делать обоснованные выводы.

Коммуникативные универсальные учебные действия:

- организовывать учебное сотрудничество и совместную деятельность с учителем и сверстниками при выполнении групповых лабораторных работ;
- аргументированно представлять результаты своей работы, выступать с устными и письменными отчетами, участвовать в дискуссиях по вопросам достоверности полученных данных;
- использовать информационно-коммуникационные технологии для оформления отчетов, создания презентаций и поиска информации;
- воспринимать критику и конструктивно взаимодействовать с оппонентами при защите результатов.

Предметные результаты:

- знание теоретических основ качественного анализа (закон действия масс, ионное произведение воды, pH, гидролиз, комплексообразование, окислительно-восстановительные процессы);
- умение классифицировать катионы и анионы по аналитическим группам, знать групповые и специфические реактивы;
- владение техникой выполнения качественных реакций (микрокристаллоскопический, капельный методы, реакции в пробирке);
- способность проводить систематический анализ смеси неорганических веществ (разделение, обнаружение ионов);
- умение идентифицировать функциональные группы в органических соединениях;
- знакомство с элементами физико-химических методов (pH-метрия, хроматография, фото-колориметрия);
- сформированность навыков безопасной работы в лаборатории и оформления экспериментальных отчетов.

СОДЕРЖАНИЕ КУРСА

Раздел 1. Введение. Правила работы в химической лаборатории (2 часа)

Теория (1 ч): Предмет и задачи аналитической химии. Качественный и количественный анализ. Методы анализа: химические, физико-химические, физические. Роль качественного анализа в науке, промышленности, медицине, экологии. Знакомство с лабораторным оборудованием: мерная посуда, пробирки, химические стаканы, воронки, фильтры, горелки, сушильный шкаф, pH-метр.

Практика (1 ч): Инструктаж по технике безопасности. Правила работы с кислотами, щелочами, летучими и ядовитыми веществами. Первая помощь при химических ожогах и отравлениях. Маркировка реактивов. Ведение лабораторного журнала. Оформление отчета.

Раздел 2. Теоретические основы качественного анализа (6 часов)

Теория (4 ч):

- Аналитические реакции и их классификация (групповые, частные, специфические). Чувствительность, селективность, воспроизводимость реакций.
- Закон действия масс. Ионное произведение воды. Водородный показатель (pH) и его значение в аналитической химии. Буферные растворы.
- Гидролиз солей (по катиону, аниону, совместный). Влияние температуры и концентрации на гидролиз. Амфотерность гидроксидов ($Al(OH)_3$, $Zn(OH)_2$, $Cr(OH)_3$).

- Окислительно-восстановительные реакции в анализе (перманганатометрия, йодометрия). Комплексные соединения: строение, диссоциация, устойчивость. Роль комплексообразования в маскировании и обнаружении ионов.

Практика (2 ч):

- Лабораторная работа №1: «Определение pH растворов солей, кислот и щелочей с помощью универсального индикатора, и pH-метра».
- Лабораторная работа №2: «Гидролиз солей различных типов. Влияние разбавления и нагревания на степень гидролиза».

Раздел 3. Качественный анализ катионов (10 часов)

Теория (4 ч):

- Аналитическая классификация катионов (сероводородная и кислотно-щелочная). Систематический и дробный ход анализа.
- I группа (K^+, Na^+, NH_4^+): группового реактива нет. Реакция на NH_4^+ с щелочью (выделение NH_3). Обнаружение K^+ с гексанитрокобальтатом(III) натрия. Обнаружение Na^+ (желтое окрашивание пламени).
- II группа (Ag^+, Pb^{2+}, Hg_2^{2+}): групповой реактив – разбавленная HCl (образование хлоридов). Растворимость хлоридов в аммиаке (AgCl), горячей воде ($PbCl_2$). Частные реакции.
- III группа (Ba^{2+}, Ca^{2+}, Sr^{2+}): групповой реактив – H_2SO_4 (образование сульфатов). Отличие $BaSO_4$ от $CaSO_4$. Карбонаты и оксалаты.
- IV группа (Al^{3+}, Zn^{2+}, Cr^{3+}): групповой реактив – NaOH в избытке (образование амфотерных гидроксидов, растворимых в избытке щелочи). Реакции на алюминий (алюминон), цинк (гексацианоферрат(II) калия), хром (пероксид водорода).
- V группа (Mg^{2+}, Fe^{2+}, Fe^{3+}, Mn^{2+}): групповой реактив – NaOH (образование гидроксидов разной окраски). Окисление Mn^{2+} до MnO_4^-. Реакции на Fe^{2+} (красная кровяная соль), Fe^{3+} (желтая кровяная соль, роданид калия).
- VI группа (Cu^{2+}, Co^{2+}, Ni^{2+}): групповой реактив – NH_4OH в избытке (образование аммиакатов). Окраска комплексов. Реакция на Cu^{2+} с гексацианоферратом(II) калия.

Практика (6 ч):

- Лабораторная работа №3: «Частные реакции катионов I аналитической группы».
- Лабораторная работа №4: «Частные реакции катионов II группы. Анализ смеси катионов II группы».
- Лабораторная работа №5: «Частные реакции катионов III группы».
- Лабораторная работа №6: «Анализ смеси катионов I–III групп (дробным методом)».
- Лабораторная работа №7: «Частные реакции катионов IV–VI групп».
- Лабораторная работа №8: «Систематический анализ смеси катионов IV, V и VI групп».

Раздел 4. Качественный анализ анионов (6 часов)

Теория (2 ч):

- Классификация анионов по растворимости солей серебра и бария.
- I группа (SO_4^{2-}, CO_3^{2-}, PO_4^{3-}): групповой реактив – $BaCl_2$ в нейтральной среде. Отличие $BaSO_4$ (нерастворим в кислотах) от $BaCO_3$ и $Ba_3(PO_4)_2$ (растворимы в кислотах). Реакция на CO_3^{2-} с кислотой (выделение CO_2). Реакция на PO_4^{3-} с молибдатом аммония.
- II группа (Cl^-, Br^-, I^-): групповой реактив – $AgNO_3$ в присутствии HNO_3. Цвет осадков (белый, желтоватый, желтый). Окисление Br^- и I^- до галогенов.
- III группа (NO_3^-, NO_2^-): группового реактива нет. Обнаружение нитратов (дифениламин, «бурый газ» с медью и H_2SO_4). Нитриты (реакция с иодидом калия и крахмалом).

Практика (4 ч):

- Лабораторная работа №9: «Реакции анионов I аналитической группы».
- Лабораторная работа №10: «Реакции анионов II аналитической группы».
- Лабораторная работа №11: «Реакции анионов III аналитической группы».
- Лабораторная работа №12: «Анализ смеси анионов всех групп (дробный метод)».

Раздел 5. Анализ смесей веществ. Решение экспериментальных задач (4 часа)

Практика (4 ч):

- Практическая работа №13: «Качественный анализ смеси неорганических солей (индивидуальное задание)».
- Практическая работа №14: «Элементный анализ органических веществ (обнаружение C, H, N, S, галогенов)».
- Практическая работа №15: «Обнаружение функциональных групп в органических соединениях: спирты (реакция с $Cu(OH)_2$), альдегиды (серебряное зеркало, Фелинг), фенолы ($FeCl_3$), карбоновые кислоты (лакмус, реакция с $NaHCO_3$)».
- Практическая работа №16: «Решение экспериментальных задач на распознавание 3–4 неизвестных веществ в склянках без этикеток».

Раздел 6. Элементы физикохимических методов анализа (4 часа)

Теория (2 ч):

- Инструментальные методы анализа: общая характеристика, преимущества и ограничения.
- Оптические методы: фотоколориметрия и спектрофотометрия. Закон Бугера–Ламберта–Бера. Применение для определения концентрации окрашенных растворов.
- Электрохимические методы: потенциометрия (ионометрия, pH-метрия), кондуктометрия.
- Хроматография: принципы метода. Бумажная и тонкослойная хроматография.

Практика (2 ч):

- Лабораторная работа №17: «Определение концентрации ионов меди(II) фотоколориметрическим методом (построение градуировочного графика)».
- Лабораторная работа №18: «Разделение смеси красителей (или ионов металлов) методом бумажной хроматографии».

Раздел 7. Итоговое занятие (2 часа)

Практика (2 ч):

- Итоговая практическая работа №19: «Качественный анализ неизвестного вещества (соли или смеси) с использованием всех изученных методов».
- Защита отчетов, обсуждение результатов, подведение итогов курса. Рефлексия.

ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ

№ занятия	*Раздел, тема*	*Форма занятия*	*Кол-во часов*	*Основные виды деятельности учащихся*
Раздел 1. Введение (2 ч)				
1	Предмет аналитической химии. Качественный анализ. Лабораторное оборудование.	Лекция с демонстрацией	1	Знакомство с оборудованием, запись опорного конспекта
2	Правила техники безопасности. Маркировка реактивов. Ведение лабораторного журнала.	Инструктаж + практическое занятие	1	Оформление журнала, отработка безопасных приемов работы
Раздел 2. Теоретические основы (6 ч)				
3–4	Закон действия масс. pH. Буферные растворы.	Лекция, решение задач	2	Расчет pH, решение задач на буферные системы
5	Гидролиз солей. Амфотерность.	Лекция с элементами беседы	1	Составление уравнений

				гидролиза, анализ факторов
6	ОВР и комплексообразование в анализе.	Лекция	1	Разбор реакций, классификация комплексных соединений
7	Лабораторная работа №1. Определение pH.	Лабораторная работа	1	Измерение pH, заполнение таблицы результатов
8	Лабораторная работа №2. Гидролиз солей.	Лабораторная работа	1	Наблюдение, выводы о влиянии условий на гидролиз
Раздел 3. Катионы (10 ч)				
9	Классификация катионов. I группа (K^+, Na^+, NH_4^+).	Комбинированное занятие	1	Запись схем анализа, выполнение реакций на пламя
10	Лабораторная работа №3. I группа.	Лабораторная работа	1	Выполнение реакций, наблюдение, отчет
11	II группа (Ag^+, Pb^{2+}, Hg_2^{2+}).	Лекция + демонстрация	1	Изучение растворимости хлоридов
12	Лабораторная работа №4. II группа. Анализ смеси.	Лабораторная работа	1	Обнаружение катионов в смеси
13	III группа (Ba^{2+}, Ca^{2+}, Sr^{2+}).	Лекция	1	Групповые и частные реакции
14	Лабораторная работа №5. III группа.	Лабораторная работа	1	Анализ, качественные реакции
15	Лабораторная работа №6. Анализ смеси I–III групп.	Практическая работа	1	Систематический анализ
16	IV группа (Al^{3+}, Zn^{2+}, Cr^{3+}). V группа (Mg^{2+}, Fe^{2+}, Fe^{3+}, Mn^{2+}).	Лекция	1	Амфотерность, окраски гидроксидов
17	VI группа (Cu^{2+}, Co^{2+}, Ni^{2+}).	Лекция + демонстрация	1	Аммиакаты, цветные реакции
18	Лабораторные работы №7–8. Анализ смесей катионов IV–VI групп.	Лабораторная работа	1	Дробный и систематический анализ
Раздел 4. Анионы (6 ч)				
19	Классификация анионов. I группа (SO_4^{2-}, CO_3^{2-}, PO_4^{3-}).	Лекция	1	Групповой реактив – $BaCl_2$
20	Лабораторная работа №9. I группа анионов.	Лабораторная работа	1	Реакции с $BaCl_2$, растворение в кислотах
21	II группа (Cl^-, Br^-, I^-).	Лекция	1	$AgNO_3$, окисление галогенидов
22	Лабораторная работа №10. II группа анионов.	Лабораторная работа	1	Обнаружение в смеси

23	III группа (NO_3^-, NO_2^-).	Лекция + демонстрация	1	Дифениламин, «бурый газ»
24	Лабораторные работы №11–12. Анализ смеси анионов.	Лабораторная работа	1	Дробный анализ смеси анионов
Раздел 5. Анализ смесей и задачи (4 ч)				
25	Практическая работа №13. Анализ смеси неорганических солей.	Практическая работа	1	Индивидуальные задания
26	Практическая работа №14. Элементный анализ органики.	Практическая работа	1	Обнаружение элементов (проба на азот, серу, галогены)
27	Практическая работа №15. Функциональные группы.	Практическая работа	1	Реакции на спирты, альдегиды, фенолы, кислоты
28	Практическая работа №16. Экспериментальные задачи.	Решение задач	1	Распознавание веществ в склянках
Раздел 6. Физико-химические методы (4 ч)				
29	Инструментальные методы: фотоколориметрия, потенциометрия, хроматография.	Лекция презентация	1	Работа с приборами (демонстрация)
30	Закон Бера. Построение градуировочного графика.	Семинар	1	Решение расчетных задач
31	Лабораторная работа №17. Фотоколориметрическое определение Cu^{2+}.	Лабораторная работа	1	Измерение оптической плотности, расчет концентрации
32	Лабораторная работа №18. Бумажная хроматография.	Лабораторная работа	1	Разделение смеси, расчет Rf
Раздел 7. Итоговое занятие (2 ч)				
33	Итоговая практическая работа №19. Анализ неизвестного вещества.	Контрольная работа	1	Выполнение анализа по алгоритму
34	Защита отчетов. Подведение итогов курса.	Конференция	1	Презентация результатов, рефлексия

ФОРМЫ И МЕТОДЫ РАБОТЫ

Формы организации занятий:

- Лекции (с элементами проблемного изложения);
- Семинары дискуссии;
- Лабораторные работы (индивидуальные и групповые);
- Практикумы по решению экспериментальных задач;
- Проектно-исследовательские работы;
- Конференция по защите результатов.

Методы и технологии:

- Проблемно-ориентированное обучение;

- Исследовательский метод (постановка гипотез, планирование эксперимента);
- Работа с химическими справочниками, таблицами растворимости, рядами напряжений;
- Использование цифровых лабораторий (pH-метры, колориметры);
- Кейс-метод (решение ситуационных задач);
- Метод проектов (индивидуальные и групповые мини-исследования).

ФОРМЫ КОНТРОЛЯ

Вид контроля	***Форма***	***Периодичность***
Текущий	Проверка ведения лабораторного журнала, устный опрос	Каждое занятие
Тематический	Защита отчетов по лабораторным работам	После каждой лабораторной работы
Промежуточный	Контрольная работа по группам катионов/анионов	По завершении разделов 3 и 4
Итоговый	Индивидуальная экспериментальная задача + защита	Последнее занятие

ЛИТЕРАТУРА И ИНТЕРНЕТРЕСУРСЫ

Для учащихся:

1. Алексеев В.Н. Качественный анализ. — М.: Химия, 2022. — 480 с.
2. Васильев В.П. Аналитическая химия. В 2х кн. Кн. 1. — М.: Дрофа, 2021. — 368 с.
3. Золотов Ю.А. Основы аналитической химии. — М.: Высшая школа, 2020. — 464 с.
4. Пономарев В.Д. Аналитическая химия. Задачи и упражнения. — М.: Химия, 2019. — 224 с.
5. Скуг Д., Уэст Д. Основы аналитической химии. — М.: Мир, 2021. — 560 с. (перевод)

1. Для учителя:

1. Золотов Ю.А., Дорохова Е.Н., Фадеева В.И. Основы аналитической химии. Практическое руководство. — М.: Высшая школа, 2022. — 352 с.
2. Лурье Ю.Ю. Справочник по аналитической химии. — М.: Химия, 2020. — 480 с.
3. Крешков А.П. Основы аналитической химии. Теория. — М.: Химия, 2021. — 456 с.
4. Программы элективных курсов по химии для 10–11 классов профильной школы. — М.: Дрофа, 2005. — 128 с. (в части методических рекомендаций).
5. Сборник лабораторных работ по качественному анализу для старших классов. — М.: Просвещение, 2019. — 96 с.

Интернет-ресурсы:

1. Химический портал «ChemNet» — раздел «Аналитическая химия»: http://www.chemnet.ru
2. Электронная библиотека по химии «ChemLib»: http://www.chemlib.ru
3. Образовательный портал «Химия для всех» — качественный анализ: http://www.chemistry.ru
4. Виртуальная лаборатория «Качественный анализ» (PhETсимуляторы): https://phet.colorado.edu/ru/simulations/category/chemistry
5. Сайт Российской академии естественных наук — раздел методических материалов по аналитической химии: http://www.raen.ru
6. Журнал «Химия в школе» — архив статей с лабораторными работами: http://www.himschool.ru
7. База данных по растворимости и качественным реакциям: http://www.solubility.com (на англ. яз., доступен справочный материал)
8. Видеолекции МГУ по аналитической химии (YouTubeканал Химического факультета МГУ).

9. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов (ЦОР) по химии: http://www.schoolcollection.edu.ru

МАТЕРИАЛЬНОТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Наименование	***Количество (из расчета на группу 12–15 чел.)***
Лабораторные столы с покрытием, устойчивым к реактивам	6–8
Набор химической посуды (пробирки, стаканы, колбы, воронки, бюретки, пипетки)	12–15 комплектов
Штативы для пробирок	12–15
Спиртовки или электрические плитки	6–8
pHметр (лабораторный)	2–3
Фотоколориметр	1–2
Хроматографическая камера	2–3
Наборы реактивов для качественного анализа катионов и анионов (все группы)	12–15 комплектов
Индикаторы (универсальный, фенолфталеин, метиловый оранжевый, лакмус)	по 10 флаконов
Фильтровальная бумага, хроматографическая бумага	Достаточное количество
Микроскоп для микрокристаллоскопического анализа	2–3
Средства индивидуальной защиты (халаты, перчатки, очки)	12–15 комплектов
Огнетушитель, аптечка первой помощи	1 комплект

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОЦЕНИВАНИЮ

Зачетная система. Итоговая отметка складывается из:

- 40% — текущая работа (посещаемость, активность, ведение журнала);
- 40% — качество выполнения лабораторных работ и отчетов;
- 20% — итоговая экспериментальная задача.

Все лабораторные работы оформляются в виде отчета (название, цель, оборудование и реактивы, ход работы, наблюдения, уравнения реакций, вывод). Отчет защищается устно в течение 3–5 минут.