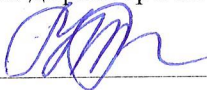


Министерство образования Свердловской области
Государственное автономное профессиональное образовательное учреждение
Свердловской области «Полевской многопрофильный техникум им. В.И. Назарова»
(ГАПОУ СО Полевской многопрофильный техникум им. В.И. Назарова)

СОГЛАСОВАННО

Зам. директора по УМР


Т.Н. Бородай

УТВЕРЖДЕНО
Директор ГАПОУ СО Полевской
многопрофильный техникум
им. В.И. Назарова
П.С. Колобков



ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА
естественно-научной направленности
«Химические методы анализа»

Срок реализации программы: 1 учебный год
Возраст обучающихся: 15–20 лет
Режим занятий: 2 раза в неделю по 2 часа
Период работы: октябрь – июнь (36 недель)
Общая продолжительность: 144 часа в год

1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

1.1. Актуальность программы

Химические методы анализа являются основой современной аналитической химии и широко применяются в промышленности, экологическом контроле, медицине, пищевой промышленности и научных исследованиях. Владение методами качественного и количественного анализа востребовано при подготовке специалистов по направлениям: «Технология аналитического контроля химических соединений», «Химический анализ металлов».

Программа направлена на формирование у обучающихся практических навыков работы в химической лаборатории, освоение классических методов анализа (титриметрия, гравиметрия), а также ознакомление с современными физико-химическими методами исследования.

1.2. Нормативная база

Программа разработана в соответствии с:

- Федеральным законом от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;
- Приказом Минпросвещения России от 27.07.2022 № 629 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам»;
- Федеральными государственными образовательными стандартами среднего профессионального образования по укрупненной группе специальностей 18.00.00 «Химические технологии»;
- Уставом техникума;
- Правилами внутреннего распорядка;
- Инструкцией по охране труда при работе в химической лаборатории.

1.3. Цель программы

Формирование у обучающихся теоретических знаний и практических навыков в области классических и современных химических методов анализа, подготовка к профессиональной деятельности в химических, экологических и технологических лабораториях.

1.4. Задачи программы

Обучающие:

- сформировать систему знаний о теоретических основах аналитической химии;
- обучить методам качественного анализа (обнаружение катионов и анионов);
- обучить методам количественного анализа (титриметрия, гравиметрия);
- познакомить с современными физико-химическими методами анализа (спектрофотометрия, хроматография, потенциометрия);
- сформировать навыки приготовления растворов, проведения титрования, обработки результатов.

Развивающие:

- развить аналитическое мышление и навыки работы с лабораторным оборудованием;
- сформировать умения планировать эксперимент и обрабатывать полученные данные;
- развить навыки работы с химической посудой и реактивами;
- сформировать навыки статистической обработки результатов анализа.

Воспитательные:

- воспитать аккуратность, внимательность, ответственное отношение к труду;

- сформировать навыки безопасной работы в химической лаборатории;
- воспитать бережное отношение к оборудованию и реактивам;
- сформировать экологическое сознание и культуру обращения с химическими веществами.

1.5. Категория обучающихся

К занятиям допускаются обучающиеся техникума всех курсов, проявляющие интерес к химии и лабораторным исследованиям, имеющие базовые знания по общей химии. Набор осуществляется на добровольную основу. Формирование групп происходит в сентябре, начало занятий – октябрь. Рекомендуемый состав группы – 10–15 человек (для обеспечения безопасности и индивидуального подхода).

1.6. Формы и режим занятий

| Параметр | Значение |
|---------------------------|---------------------------------|
| Форма обучения | очная |
| Режим занятий | 2 раза в неделю |
| Продолжительность занятия | 2 академических часа (90 минут) |
| Период работы | октябрь – июнь (9 месяцев) |
| Количество учебных недель | 36 недель |
| Общая трудоемкость | 144 часа |

1.7. Формы контроля

- текущий контроль – наблюдение за работой, оценка выполнения лабораторных работ, устный опрос;
- промежуточный контроль – защита лабораторных работ, тестирование по разделам;
- итоговый контроль – выполнение итоговой комплексной работы, защита проекта.

2. УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

| № п/п | Наименование раздела | Всего часов | Теория | Практика/Лабораторные |
|-------|---|-------------|--------|-----------------------|
| 1 | Введение. Техника безопасности в химической лаборатории | 4 | 2 | 2 |
| 2 | Теоретические основы аналитической химии | 16 | 10 | 6 |
| 3 | Качественный анализ (обнаружение ионов) | 28 | 8 | 20 |

| № п/п | Наименование раздела | Всего часов | Теория | Практика/Лабораторные |
|--------|---|-------------|--------|-----------------------|
| 4 | Количественный анализ. Гравиметрия | 20 | 6 | 14 |
| 5 | Количественный анализ. Титриметрия | 40 | 12 | 28 |
| 6 | Физико-химические методы анализа | 20 | 10 | 10 |
| 7 | Обработка результатов анализа. Метрология | 8 | 4 | 4 |
| 8 | Итоговая аттестация | 8 | - | 8 |
| ИТОГО: | 144 | 52 | 92 | |

3. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

3.1. Раздел 1. Введение. Техника безопасности в химической лаборатории (4 часа)

Теория (2 часа):

- Роль химического анализа в промышленности, экологии, медицине.
- Классификация методов анализа: химические, физические, физико-химические.
- Организация рабочего места в химической лаборатории.
- Классификация химической посуды: мерная, лабораторная, специальная.
- Правила работы с химическими реактивами (классы опасности, маркировка).
- Оказание первой помощи при химических ожогах и отравлениях.

Практика (2 часа):

- Знакомство с лабораторным оборудованием и посудой.
- Отработка приемов работы с мерной посудой (пипетки, бюретки, мерные колбы).
- Оформление лабораторного журнала.

3.2. Раздел 2. Теоретические основы аналитической химии (16 часов)

Теория (10 часов):

- Закон действующих масс. Константа химического равновесия.
- Произведение растворимости (ПР). Условия образования и растворения осадков.
- Ионное произведение воды. Водородный показатель (рН).
- Буферные растворы. Расчет рН буферных систем.
- Гидролиз солей. Факторы, влияющие на гидролиз.
- Комплексообразование в аналитической химии.
- Окислительно-восстановительные равновесия.

Практика (6 часов):

- Расчеты с использованием произведения растворимости.
- Определение рН растворов с помощью индикаторов и рН-метра.
- Приготовление буферных растворов и проверка их буферной емкости.

- Решение расчетных задач на равновесия в растворах.

3.3. Раздел 3. Качественный анализ (обнаружение ионов) (28 часов)

Теория (8 часов):

- Классификация катионов по аналитическим группам.
- Групповые реактивы и систематический ход анализа катионов.
- Аналитические реакции катионов I–VI групп.
- Классификация анионов по аналитическим группам.
- Обнаружение анионов: сульфат-ион, хлорид-ион, нитрат-ион, карбонат-ион и др.
- Качественный анализ смеси веществ.

Практика (20 часов):

| № | Лабораторная работа | Часы |
|---|---|------|
| 1 | Ознакомление с лабораторным оборудованием и техникой безопасности | 2 |
| 2 | Реакции катионов I аналитической группы (K^+ , Na^+ , NH_4^+) | 2 |
| 3 | Реакции катионов II группы (Ag^+ , Pb^{2+} , Hg_2^{2+}) | 2 |
| 4 | Реакции катионов III группы (Ca^{2+} , Ba^{2+} , Sr^{2+}) | 2 |
| 5 | Реакции катионов IV группы (Al^{3+} , Cr^{3+} , Zn^{2+}) | 2 |
| 6 | Реакции катионов V–VI групп (Fe^{2+} , Fe^{3+} , Mn^{2+} , Cu^{2+}) | 2 |
| 7 | Систематический анализ смеси катионов | 4 |
| 8 | Реакции анионов (SO_4^{2-} , Cl^- , NO_3^- , CO_3^{2-} , PO_4^{3-}) | 2 |
| 9 | Качественный анализ смеси солей | 2 |

3.4. Раздел 4. Количественный анализ. Гравиметрия (20 часов)

Теория (6 часов):

- Сущность гравиметрического (весового) анализа.
- Операции гравиметрического анализа: взятие навески, растворение, осаждение, фильтрование, промывание, высушивание, взвешивание.
- Расчеты в гравиметрическом анализе: гравиметрический фактор (фактор пересчета).
- Оценка точности гравиметрического определения.

Практика (14 часов):

| № | Лабораторная работа | Часы |
|---|---|------|
| 1 | Приготовление раствора заданной концентрации | 2 |
| 2 | Определение массы кристаллогидрата методом высушивания | 2 |
| 3 | Определение содержания бария в растворе (осаждение $BaSO_4$) | 4 |

| № | Лабораторная работа | Часы |
|---|---|------|
| 4 | Определение содержания железа (осаждение $\text{Fe}(\text{OH})_3$, прокаливание до Fe_2O_3) | 4 |
| 5 | Расчеты в гравиметрии. Оценка погрешностей | 2 |

3.5. Раздел 5. Количественный анализ. Титриметрия (40 часов)

Теория (12 часов):

- Сущность титриметрического (объемного) анализа.
 - Основные понятия: титрант, стандартный раствор, точка эквивалентности.
 - Способы выражения концентрации: молярность, нормальность, титр.
 - Приготовление стандартных растворов: прямой способ, способ фиксаналов.
 - Классификация методов титриметрии.
- 5.1. Кислотно-основное титрование (алкалометрия, ацидиметрия)
- Теория кислотно-основного титрования. Индикаторы.
 - Расчеты в кислотно-основном титровании.
- 5.2. Окислительно-восстановительное титрование (редоксиметрия)
- Сущность редокс-титрования. Индикаторы.
 - Перманганатометрия. Иодометрия.
- 5.3. Комплексонометрическое титрование
- Сущность комплексонометрии. Трилон Б (ЭДТА).
 - Металлоиндикаторы. Определение жесткости воды.
- 5.4. Осадительное титрование
- Методы осадительного титрования (аргентометрия, меркурометрия).

Практика (28 часов):

| № | Лабораторная работа | Часы |
|---|---|------|
| 1 | Приготовление рабочего раствора кислоты и щелочи | 2 |
| 2 | Стандартизация раствора NaOH по щавелевой кислоте | 2 |
| 3 | Определение содержания HCl в растворе | 2 |
| 4 | Определение содержания NaOH в растворе | 2 |
| 5 | Определение содержания карбонатов и гидрокарбонатов в смеси | 2 |
| 6 | Приготовление и стандартизация раствора KMnO_4 | 2 |
| 7 | Определение содержания железа (II) перманганатометрически | 2 |
| 8 | Определение содержания меди (II) иодометрически | 2 |
| 9 | Приготовление и стандартизация раствора трилона Б | 2 |

| № | Лабораторная работа | Часы |
|----|---|------|
| 10 | Определение общей жесткости воды | 2 |
| 11 | Определение содержания хлоридов методом аргентометрии | 2 |
| 12 | Итоговое занятие по титриметрии (выполнение комплексной работы) | 4 |

3.6. Раздел 6. Физико-химические методы анализа (20 часов)

Теория (10 часов):

- Классификация физико-химических методов анализа.
- Оптические методы: спектрофотометрия, фотоколориметрия.
- Закон Бугера-Ламберта-Бера. Фотоэлектроколориметры.
- Хроматографические методы: тонкослойная, ионообменная хроматография.
- Электрохимические методы: потенциометрия, кондуктометрия.

Практика (10 часов):

| № | Лабораторная работа | Часы |
|---|---|------|
| 1 | Определение концентрации окрашенного раствора на ФЭК | 2 |
| 2 | Построение калибровочного графика | 2 |
| 3 | Определение содержания железа (III) фотоколориметрически | 2 |
| 4 | Разделение смеси веществ методом тонкослойной хроматографии | 2 |
| 5 | Определение pH растворов потенциометрически | 2 |

3.7. Раздел 7. Обработка результатов анализа. Метрология (8 часов)

Теория (4 часа):

- Статистическая обработка результатов анализа.
- Понятие о погрешностях: систематические, случайные, грубые.
- Метрологические характеристики: среднее значение, дисперсия, стандартное отклонение.
- Правила округления результатов. Значащие цифры.

Практика (4 часа):

- Обработка результатов титрования. Расчет метрологических характеристик.
- Оценка достоверности результатов анализа.
- Составление отчета о проведенном анализе.

3.8. Раздел 8. Итоговая аттестация (8 часов)

- Выполнение комплексной работы по анализу неизвестного вещества.
- Защита результатов и оформление отчета.
- Подведение итогов работы студии.

4. КАЛЕНДАРНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

| Месяц | Неделя | № занятия | Тема занятия | Часы |
|---------|--------|-----------|--|------|
| Октябрь | 1 | 1 | Введение. Роль химического анализа. Классификация методов. | 2 |
| | 1 | 2 | Техника безопасности. Ознакомление с оборудованием. | 2 |
| | 2 | 3 | Закон действующих масс. Константа равновесия. | 2 |
| | 2 | 4 | Произведение растворимости. Условия образования осадков. | 2 |
| | 3 | 5 | Ионное произведение воды. Водородный показатель (рН). | 2 |
| | 3 | 6 | Лабораторная работа: Определение рН растворов. | 2 |
| | 4 | 7 | Буферные растворы. Гидролиз солей. | 2 |
| | 4 | 8 | Решение расчетных задач. | 2 |
| Ноябрь | 5 | 9 | Качественный анализ. Классификация катионов. Реакции I группы. | 2 |
| | 5 | 10 | Лабораторная работа: Реакции катионов I группы. | 2 |
| | 6 | 11 | Реакции катионов II–III групп. | 2 |
| | 6 | 12 | Лабораторная работа: Реакции катионов II–III групп. | 2 |
| | 7 | 13 | Реакции катионов IV–VI групп. | 2 |
| | 7 | 14 | Лабораторная работа: Реакции катионов IV–VI групп. | 2 |
| | 8 | 15 | Систематический анализ смеси катионов. | 2 |
| | 8 | 16 | Лабораторная работа: Систематический анализ смеси катионов. | 2 |
| Декабрь | 9 | 17 | Реакции анионов. Классификация. | 2 |

| Месяц | Неделя | № занятия | Тема занятия | Часы |
|---------|--------|-----------|---|------|
| | 9 | 18 | Лабораторная работа: Реакции анионов. | 2 |
| | 10 | 19 | Качественный анализ смеси солей. | 2 |
| | 10 | 20 | Лабораторная работа: Анализ смеси солей. | 2 |
| | 11 | 21 | Введение в количественный анализ. Гравиметрия. | 2 |
| | 11 | 22 | Лабораторная работа: Определение бария (осаждение $BaSO_4$). | 2 |
| | 12 | 23 | Лабораторная работа: Определение бария (прокаливание, взвешивание). | 2 |
| | 12 | 24 | Расчеты в гравиметрии. Гравиметрический фактор. | 2 |
| Январь | 13 | 25 | Введение в титриметрию. Способы выражения концентрации. | 2 |
| | 13 | 26 | Приготовление стандартных растворов. | 2 |
| | 14 | 27 | Кислотно-основное титрование. Индикаторы. | 2 |
| | 14 | 28 | Лабораторная работа: Приготовление раствора кислоты и щелочи. | 2 |
| | 15 | 29 | Лабораторная работа: Стандартизация раствора $NaOH$. | 2 |
| | 15 | 30 | Лабораторная работа: Определение HCl в растворе. | 2 |
| | 16 | 31 | Лабораторная работа: Определение карбонатов в смеси. | 2 |
| | 16 | 32 | Окислительно-восстановительное титрование. Перманганатометрия. | 2 |
| Февраль | 17 | 33 | Лабораторная работа: Приготовление и стандартизация $KMnO_4$. | 2 |

| Месяц | Неделя | № занятия | Тема занятия | Часы |
|--------|--------|-----------|---|------|
| | 17 | 34 | Лабораторная работа: Определение железа (II) перманганатометрией. | 2 |
| | 18 | 35 | Иодометрия. | 2 |
| | 18 | 36 | Лабораторная работа: Определение меди (II) иодометрически. | 2 |
| | 19 | 37 | Комплексонометрическое титрование. Трилон Б. | 2 |
| | 19 | 38 | Лабораторная работа: Приготовление и стандартизация трилона Б. | 2 |
| | 20 | 39 | Лабораторная работа: Определение жесткости воды. | 2 |
| | 20 | 40 | Осадительное титрование. Аргентометрия. | 2 |
| Март | 21 | 41 | Лабораторная работа: Определение хлоридов аргентометрией. | 2 |
| | 21 | 42 | Итоговая работа по титриметрии. | 2 |
| | 22 | 43 | Итоговая работа по титриметрии (продолжение). | 2 |
| | 22 | 44 | Физико-химические методы. Оптические методы. ФЭК. | 2 |
| | 23 | 45 | Лабораторная работа: Построение калибровочного графика. | 2 |
| | 23 | 46 | Лабораторная работа: Определение железа (III) фотоколориметрически. | 2 |
| | 24 | 47 | Хроматографические методы. | 2 |
| | 24 | 48 | Лабораторная работа: Разделение смеси веществ хроматографией. | 2 |
| Апрель | 25 | 49 | Электрохимические методы. Потенциометрия. | 2 |

| Месяц | Неделя | № занятия | Тема занятия | Часы |
|-------|--------|-----------|---|------|
| | 25 | 50 | Лабораторная работа: Определение pH потенциометрически. | 2 |
| | 26 | 51 | Обработка результатов. Погрешности измерений. | 2 |
| | 26 | 52 | Статистическая обработка результатов анализа. | 2 |
| | 27 | 53 | Лабораторная работа: Обработка результатов титрования. | 2 |
| | 27 | 54 | Правила округления. Значащие цифры. | 2 |
| | 28 | 55 | Решение комплексных задач. | 2 |
| | 28 | 56 | Решение комплексных задач. | 2 |
| Май | 29 | 57 | Подготовка к итоговой работе. Повторение. | 2 |
| | 29 | 58 | Итоговая комплексная работа. | 2 |
| | 30 | 59 | Выполнение анализа неизвестного вещества. | 2 |
| | 30 | 60 | Выполнение анализа неизвестного вещества (продолжение). | 2 |
| | 31 | 61 | Обработка результатов итоговой работы. | 2 |
| | 31 | 62 | Защита отчета по итоговой работе. | 2 |
| | 32 | 63 | Подведение итогов. Индивидуальные консультации. | 2 |
| | 32 | 64 | Круглый стол «Аналитическая химия в профессии». | 2 |
| Июнь | 33 | 65 | Резервное занятие (отработка пропущенных тем). | 2 |
| | 33 | 66 | Резервное занятие (отработка пропущенных тем). | 2 |

| Месяц | Неделя | № занятия | Тема занятия | Часы |
|-------|--------|-----------|--|------|
| | 34 | 67 | Резервное занятие (отработка пропущенных тем). | 2 |
| | 34 | 68 | Резервное занятие (отработка пропущенных тем). | 2 |
| | 35 | 69 | Резервное занятие (отработка пропущенных тем). | 2 |
| | 35 | 70 | Резервное занятие (отработка пропущенных тем). | 2 |
| | 36 | 71 | Итоговое занятие. Анализ результатов года. | 2 |
| | 36 | 72 | Торжественное закрытие. Вручение сертификатов. | 2 |

5. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

По окончании обучения обучающиеся будут:

Знать:

- теоретические основы аналитической химии (равновесия в растворах, произведение растворимости, рН, буферные системы);
- классификацию методов качественного и количественного анализа;
- методики выполнения качественного анализа катионов и анионов;
- методики выполнения гравиметрического и титриметрического анализа;
- основы физико-химических методов анализа (спектрофотометрия, хроматография, потенциометрия);
- правила безопасной работы в химической лаборатории;
- основы метрологической обработки результатов анализа.

Уметь:

- работать с лабораторным оборудованием (мерная посуда, аналитические весы, бюретки, пипетки, ФЭК, рН-метр);
- проводить качественный анализ смеси катионов и анионов;
- проводить количественный анализ методом гравиметрии и титриметрии;
- рассчитывать концентрации растворов, результаты анализа, метрологические характеристики;
- оформлять результаты анализа в виде лабораторного журнала и отчета.

Владеть:

- навыками безопасной работы в химической лаборатории;
- навыками приготовления растворов заданной концентрации;
- техникой титрования и гравиметрического анализа;
- навыками обработки и интерпретации результатов анализа.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

| № | Наименование | Количество |
|----|---|---------------------------|
| 1 | Лабораторный стол (химическая стойка) | 10–15 |
| 2 | Вытяжной шкаф | 2 |
| 3 | Аналитические весы (4 класс точности) | 2–3 |
| 4 | Фотоэлектроколориметр (ФЭК) | 1–2 |
| 5 | pH-метр | 1–2 |
| 6 | Бюретки (25, 50 мл) | 20 |
| 7 | Пипетки Мора (10, 20, 25 мл) | 30 |
| 8 | Мерные колбы (100, 250, 500 мл) | 30 |
| 9 | Конические колбы для титрования (250 мл) | 50 |
| 10 | Химические стаканы (разные объемы) | 50 |
| 11 | Фарфоровые тигли | 10 |
| 12 | Химические реактивы (кислоты, щелочи, соли) | по потребности |
| 13 | Индикаторы (фенолфталеин, метилоранж, и др.) | по потребности |
| 14 | Дистиллятор | 1 |
| 15 | Сушильный шкаф | 1 |
| 16 | Муфельная печь | 1 |
| 17 | Лабораторная посуда и принадлежности | комплект |
| 18 | Средства индивидуальной защиты (халаты, перчатки, очки) | по количеству обучающихся |
| 19 | Аптечка первой помощи | 1 |

7. ЛИТЕРАТУРА

1. Глубоков Ю.М. Аналитическая химия. Учебник. – М.: Издательский центр «Академия», 2020.
2. Золотов Ю.А. Основы аналитической химии. – М.: Высшая школа, 2019.
3. Коренман Я.И., Лисицкая Р.П. Практикум по аналитической химии. – Воронеж: Государственная технологическая академия, 2018.

4. Ищенко А.А. Аналитическая химия. – М.: Академия, 2021.
5. Лурье Ю.Ю. Справочник по аналитической химии. – М.: Химия, 2019.
6. Харитонов Ю.Я. Аналитическая химия (аналитика). – М.: Высшая школа, 2020.
7. Федеральный государственный образовательный стандарт СПО по специальности 18.02.12 «Технология аналитического контроля химических соединений».

8. КАЛЕНДАРЬ КОНТРОЛЬНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ

| Мероприятие | Сроки | Форма |
|--|---------|-------------------------|
| Входное тестирование (остаточные знания по химии) | октябрь | тест |
| Защита лабораторных работ по качественному анализу | декабрь | отчет |
| Промежуточное тестирование по титриметрии | февраль | тест + расчетные задачи |
| Защита лабораторных работ по титриметрии | март | отчет |
| Итоговая комплексная работа | май | выполнение анализа |
| Защита проектов | июнь | презентация |

График проведения занятий «Химические методы анализа»
(занятия проводятся по адресу ул. Ленина, 16, аудитория 109)

| № пп | День недели | Время начала занятий |
|-------------|--------------------|-----------------------------|
| 1 | Вторник | 16-20 |
| 2 | Четверг | 16-20 |