


ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ УДМУРТСКОЙ РЕСПУБЛИКИ «ЛИЦЕЙ № 14»

Рассмотрена на заседании МО учителей  
Естественнонаучных дисциплин  
ГБОУ УР «Лицей № 14»  
Протокол № 1 от 28.08.2023



(подпись руководителя МО)

Принята на Педагогическом совете  
Протокол № 1 от 30.08.2023

Утверждена приказом  
Директора ГБОУ УР «Лицей № 14»



/Тарасенко Н. В.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
**Аналитик**  
**для 10-11 классов**  
**(32 часа в год)**

Составитель:  
Зиязетдинова О.Х., учитель  
высшей квалификационной категории

Ижевск, 2023

### Пояснительная записка.

Программа «Аналитик» изучается в лицее в рамках платных образовательных услуг.

**Адресная (целевая) группа программы:** программа предназначена для обучающихся 10-11 –классов. Данная программа позволяет создать условия для развития индивидуальных способностей учащихся и развитие экспериментальных навыков. Содержание курса раскрывает основы аналитической химии – науки о методах исследования состава вещества, знакомит с различными методами количественного анализа, помогающих установить какие химические элементы и в каком количестве содержатся в изучаемом объекте.

**Цель программы:** сформировать умения и навыки выполнения более сложного химического эксперимента, в сравнении со школьным курсом химии.

Задачи:

- формирование системных знаний базовых закономерностей протекания химических процессов, химического строения и свойств неорганических соединений,
- формирование у обучающихся понимание цели, задач и методов аналитической химии, их значение с учетом профиля обучения и дальнейшей профессиональной деятельности.
- формирование у обучающихся системных знаний о закономерностях химического поведения основных классов неорганических соединений, связях их со строением, для использования этих знаний в качестве основы при изучении на молекулярном уровне процессов, протекающих в живом организме.

**Планируемые образовательные результаты:** обучающиеся должны научиться

1. Определять массы отдельных химических элементов, входящих в состав индивидуального соединения гравиметрическим и титриметрическим методами анализа
2. Планировать, анализировать, оценивать и оформлять результаты проведенного химического эксперимента
3. Демонстрировать отбор и применение химического оборудования для выполнения эксперимента

Главной формой достижения образовательных результатов является составление письменного отчета о выполнении практической работы, оформленного в виде таблицы, включающей следующие критерии:

Выполняемые действия	Наблюдаемый результат	ре-	Выводы и уравнения реакций
----------------------	-----------------------	-----	----------------------------

4. Использовать основные биологические, физико-химические, химические, математические методы для разработки, исследований и экспертизы веществ, объектов окружающего мира (воды, почвы и т.д.).

В результате изучения курса обучающийся узнает:

- Основные понятия и законы, лежащие в основе аналитической химии;
- Основные положения теории ионных равновесий применительно к реакциям кислотно-основного, окислительно-восстановительного, комплексообразования характера;
- Основные методы и способы выполнения количественного анализа;
- Методы, приемы и способы выполнения химического и физико-химического анализа для установления качественного состава и количественных определений;
- Методы обнаружения неорганических катионов и анионов;
- Основы математической статистики применительно к оценке правильности и воспроизводимости результатов количественного анализа;
- Правила техники безопасности при работе в химической лаборатории;

Получит возможность научиться.

- Пользоваться мерной посудой; владеть техникой выполнения основных аналитических операций при количественном анализе вещества, готовить и стандартизировать растворы аналитических реагентов;

- Отбирать среднюю пробу, составлять схему анализа, проводить количественный анализ вещества в пределах использования основных приемов и методов, предусмотренных программой;

- Выбирать оптимальный метод качественного и количественного анализа вещества;

- Строить кривые титрования

- Проводить лабораторные опыты, объяснять суть конкретных реакций и их аналитические эффекты, оформлять отчетную документацию по экспериментальным данным;

В ходе изучения курса учащиеся приобретают практические умения и навыки в обращении с химической посудой, лабораторным оборудованием. Деятельностный характер, ориентация курса на развитие самостоятельности и ответственности ученика за результат своей деятельности способствуют формированию ключевых компетенций. Выполняемые учащимися практические работы, количественного исследовательского характера, позволяют развивать познавательный интерес, способности к химии и профессиональные устремления.

### **требования к результатам освоения дисциплины:**

В результате освоения дисциплины обучающийся должен **уметь:**

- владеть техникой обычных аналитических операций;
- обоснованно выбирать методы анализа;
- пользоваться аппаратурой и приборами ;
- выполнять качественные реакции на катионы и анионы различных аналитических групп;
- определять состав бинарных соединений;
- проводить качественный анализ веществ неизвестного состава;
- проводить количественный анализ веществ;
- наблюдать, обобщать, сравнивать, математически обрабатывать экспериментальные данные;

В результате освоения дисциплины обучающийся должен **знать:**

- теоретические основы аналитической химии ;
- о функциональной зависимости между свойствами и составом веществ и их систем; о возможностях ее использования в химическом анализе;
- специфические особенности, возможности и ограничения, взаимосвязь различных методов анализа;
- практическое применение наиболее распространенных методов анализа;
- аналитическую классификацию катионов и анионов;
- правила проведения химического анализа;
- методы обнаружения и разделения элементов, условия их применения;
- гравиметрические, титриметрические, оптические, электрохимические методы анализа.

**Формы обучения.** Формы организации обучения – очная, дистанционная (25 % от общего количества часов - 16 часов).

**Срок освоения программы:** 64 часа (10 класс -32 часа, 11 класс-32 часа)

**Формы контроля:** Выполнение индивидуальных заданий по итогам практикума. Практическая работа.

## Содержание

№ п/п	Тема	Содержание	Оборудование
1	Метрологические основы химического анализа	Классификация методов количественного анализа. Химические методы количественного анализа. Методы количественного анализа Классификация методов: гравиметрический (весовой), титриметрический (объемный). Инструментальные методы: их классификация. Понятие об аналитическом сигнале как основе анализа. Гомогенные равновесия и теория электролитической диссоциации. Общая (аналитическая) и активная концентрации, ионная сила и коэффициент активности ионов. Термодинамическая, концентрационная и условная константы равновесия, их показатели. Применение ЗДМ к диссоциации воды. Шкала рН как мера кислотности среды.	Презентация
2	Весовой (гравиметрический) анализ.	Сущность метода. Осаждаемая и весовая формы, требования к ним. Обработка осадков. Высушивание и прокаливание осадков. Достоинства и недостатки весового метода. Примеры весового анализа Гравиметрический метод анализа. Разновидности метода. Метод отгонки, применение в фармацевтическом анализе. Метод осаждения и электрогравиметрии. Основные этапы метода. Осаждаемая и весовая формы. Требования к ним. Гравиметрическая форма и гравиметрический фактор. Расчеты в гравиметрическом анализе: расчет навески анализируемого объекта, расчет количества осадителя, расчет результатов анализа. Оценка достоверности результатов анализа. Факторы пересчета. Виды осадков и способы их получения. Важнейшие операции гравиметрического анализа: взвешивание, осаждение, промывание, фильтрование, прокаливание осадка. Произведение растворимости. Оптимальные условия анализа. Лабораторная посуда и оборудование для гравиметрического анализа. Вычисление результатов анализа. Преимущества и недостатки гравиметрического анализа	мензурка, пипетка, набор для фильтрования, промывалка, техно-химические весы с разновесами
3	Взвешивание веществ.	Работа с мензурками и пипетками для отбора раствора. Проведение осаждения. Фильтрование и промывание осадка.	мензурка, пипетка, набор для фильтрования, промывалка
4	Определение ионов $Ba^{2+}$ в растворе	<b>Практическая работ</b>	Раствор хлорида бария с определенным содержанием вещества, пипетка, набор для фильтрования, промывалка, техно-химические весы с разновесами
5	Определение ионов	<b>Практическая работ</b>	Растворы хлорида железа и

	Fe <sup>3+</sup> в растворе		гидроксида натрия, пипетка, набор для фильтрации, промывалка, технико-химические весы с разновесами
6	Объемный (титриметрический) анализ.	<p>Основные сведения о титриметрическом анализе, особенности и преимущества его. Требования к реакциям. Точка эквивалентности и способы ее фиксации. Индикаторы. Классификация методов.</p> <p>Способы выражения концентрации рабочего раствора Растворы с молярной концентрацией эквивалента, молярные растворы. Титр и титрованные растворы. Растворы с титром приготовленным и титром установленным.</p> <p>Исходные вещества. Требования к исходным веществам. Понятие о поправочном коэффициенте. Стандарт-титр (фиксаналы). Прямое, обратное титрование и титрование заместителя. Вычисления в титриметрическом методе. Измерительная посуда: мерные колбы, пипетки, бюретки и другие.</p> <p>Сущность титриметрического анализа. Требования к протекаемым реакциям при объемном методе. Сущность титрования. Рабочий раствор. Химическая посуда, применяемая при титровании и требования к ней. Выражение концентрации в объемном анализе. Индикаторы.</p> <p>Классификация титриметрических методов: нейтрализации, осаждения, комплексообразования, окислительно-восстановительные (иодометрия, перманганатометрия) методы. Сущность каждого метода. Рабочие растворы, применяемые при каждом из этих методов.</p>	Бюретка, конические колбы, стакан, стандартный раствор кислоты, рабочий раствор щелочи, фенолфталеин
7	Приготовление 0,1 N. раствора карбоната натрия.	<i>Практическая работ</i>	Карбонат натрия, мерная колба, технико-химические весы с разновесами
8	Установление нормальности соляной кислоты	<i>Практическая работа</i>	Бюретка, конические колбы, стакан, рабочий раствор кислоты, стандартный раствор карбоната натрия, фенолфталеин
9	Титриметрический анализ. Кислотно-основное титрование.	Сущность титриметрических методов. Классификация по типу реакций. Требования к реакциям, применяемым в титриметрии. Способы выражения концентраций, их взаимосвязь. Основные приемы (методы) титрования – прямое, по остатку (обратное), заместительное. Закон эквивалентов. Расчеты в титриметрическом методе анализа. Кислотно-основное титрование (КОТ). Рабочие растворы. Их приготовление и стандартизация. Определение конечной точки титрования. Расчет кривых титрования сильных и слабых кислот и оснований.	Бюретка, конические колбы, стакан, рабочий раствор кислоты, стандартный раствор карбоната натрия, фенолфталеин

		<p>Кислотно-основные индикаторы. Титрование многоосновных кислот и оснований. Титрование солей. Практическое применение КОТ при анализе фармацевтических препаратов. Индикаторы, требования, предъявляемые к ним. Ионная, хромофорная, ионно-хромофорная теории индикаторов кислотно-основного титрования. Кривые кислотно – основного титрования. Определение концентрации кислоты или щелочи методом титрования <b>Практическая работа</b> Работа с мерной посудой, с аналитическими весами. Упражнения в расчетах. Основное уравнение метода. Рабочие растворы. Стандартные растворы. Индикаторы. Ащидиметрия и алкалметрия.</p> <p>Порядок и техника титрования. Расчеты.</p> <p>Исходные вещества. Требования к исходным веществам. Понятие о поправочном коэффициенте. Стандарт-титр (фиксаналы). Прямое, обратное титрование и титрование заместителя. Вычисления в титриметрическом методе. Измерительная посуда: мерные колбы, пипетки, бюретки и другие.</p> <p><b>Лабораторные работы</b> Приготовление стандартного раствора тетрабората натрия. Установка титра хлороводородной кислоты. Определение точной концентрации раствора гидроксида натрия.</p> <p>Определение массовой доли гидрокарбоната натрия, хлороводородной кислоты.</p>	
10	Окислительно-восстановительный методы (оксидиметрия).	<p>Окислительно – восстановительное титрование. Сущность метода. Классификация редокс – методов. Условия проведения окислительно – восстановительного титрования. Требования, предъявляемые к реакциям. Виды окислительно – восстановительного титрования (прямое, обратное, заместительное). Приемы окислительно – восстановительных индикаторов. Кривые окислительно – восстановительного титрования, ошибки, их происхождения, расчет, устранение.</p> <p>Перманганатометрия. Сущность метода, условия проведения титрования, титрант, его приготовление, установление точки эквивалентности. Дихроматометрия. Сущность метода, условия проведения титрования, титрант, его приготовление, установление точки эквивалентности.</p> <p>Иодометрическое титрование. Сущность метода, условия проведения титрования, титрант, его приготовление, установление точки эквивалентности. Иодатометрия. Броматометрия. Нитритометрия. Сущность метода, условия проведения титрования, титрант, его приготовление, установление точки эквивалентности. Перманганатометрия</p> <p>Приготовление рабочего раствора перманганата натрия <b>Практическая работа</b></p>	Перманганат калия, мерная колба, техно-химические весы с разновесами, Иод, иодид калия, мерная колба, техно-химические весы с разновесами, воронка воронка

11	Методы осаждения	<p>Аргентометрия  <i>вариант Мора</i> - титрант, среда, индикатор, переход окраски, основное уравнение реакции, применение в анализе  <i>вариант Фаянса</i> – основное уравнение, условия титрования, использование адсорбционных индикаторов: бромфенолового синего, эозината натрия для определения галогенидов, титрант, среда, индикатор, уравнения реакции, определение точки эквивалентности.  <i>вариант Фольгарда</i> –, уравнение метода, условия титрования, индикатор.          Тиоцианометрия- титрант, среда, индикатор, переход окраски, основное</p> <p><b>Лабораторные работы</b>          Методы осаждения. Приготовление стандартного раствора натрия хлорида. Определение точной концентрации раствора нитрата серебра.          Определение массовой доли бромида калия – вариантом Мора. Определение массовой доли калия подида – вариантом Фаянса.</p>	
12	Определение временной или карбонатной жесткости воды методом нейтрализации	<b>Практическая работа</b>	Различные виды вод (рабочий раствор), стандартный раствор соляной кислоты, бюретка, конические колбы, стакан, воронка
13	Комплексометрическое титрование и осадительное титрование.	<p>Комплексометрическое титрование (КТ). Общая характеристика. Сущность метода, условия проведения титрования, понятие о комплексогенах металлов, титрант, его приготовление, установление точки эквивалентности. Влияние различных факторов на скачок на кривой титрования. Индикаторы. Меркуриметрическое титрование. Сущность метода, титрант, индикаторы. Взаимодействие катионов металлов с комплексогенами, прочность образующихся комплексов и влияние на неё кислотности среды. Условная константа устойчивости (образования). Металлохромные индикаторы и механизм их действия. Применение метода КТ – определение катионов металлов, жесткости воды и т.д. Осадительное титрование (ОТ). Сущность метода, требования, предъявляемые к реакциям в методе осадительного титрования. Классификация методов по природе реагента. Кривые осадительного титрования, их расчет, построение. Индикаторы (осадительные, металлохромные, адсорбционные). Аргентометрия, тиоцианометрия, меркуриметрия, сульфатометрия, гексацианоферратометрия- сущность и разновидности. Применение. Аргентометрия: методы Мора, Фаянса и Фольгарда, их сравнительная характеристика. Меркуриметрия. Достоинства и недостатки. Расчет, построение и анализ кривых титрования в методе ОТ. Практическое применение методов титрования в фармации.</p>	компьютер, проектор
14	Хроматография	Физико-химические методы анализа: классификация, сущность методов, приме-	



		<p>нение в санитарно-гигиенических исследованиях.</p> <p>Хроматография: сущность метода. Классификация хроматографических методов анализа. Закон распределения Нернста. Принцип устройства и функционирования аминокислотных анализаторов и газо-жидкостных хроматографов. Использование хроматографических методов анализа в профессиональной деятельности.</p> <p><b>Лабораторные работы</b></p> <p>Разделение и определение катионов второй аналитической группы способом бумажной осадочной хроматографии</p> <p>Разделение и определение катионов четвертой аналитической группы методом тонкослойной хроматографии</p>	
15	Фотометрический метод анализа	<p>Фотометрический анализ: сущность метода, основные положения. Основной закон светопоглощения Ламберта-Бера и следствие из него; цветные реакции. Визуальные методы фотометрии: метод стандартного ряда, метод уравнивания окраски. Фотоэлектродориметрия.</p> <p>Устройство фотоэлектродориметров (ФЭК). Расчет и построение калибровочных графиков. Расчет коэффициента калибровочного графика (F). Техника исследований.</p> <p>Спектрофотометрический метода анализа: сущность метода; основные положения. Приборы и оборудование для спектрофотометрического анализа. Устройство спектрофотометров. Техника выполнения исследований. Расчет и построение калибровочных графиков. Спектры поглощения. Принципы работы на спектрофотометрах в УФ и видимой областях спектра (от 200 до 1100 нм).</p>	
16	Итоговый практикум	Выполнение заданий по индивидуальным карточкам	
17	Итоговый урок		

## Учебно-тематический план

№	Наименование разделов и тем	общее количество учебных часов	Количество часов теоретические	Количество часов практические
---	-----------------------------	--------------------------------	--------------------------------	-------------------------------

10 класс				
1	Метрологические основы химического анализа	4	4	
2	Весовой (гравиметрический) анализ.	5	2	3
3	Взвешивание веществ.	3	1	2
4	Определение ионов $Ba^{2+}$ в растворе хлорида бария	1		1
5	Определение ионов $Fe^{3+}$ в растворе хлорида железа (III)	1		1
6	Объемный (титриметрический) анализ.	10	2	8
7	Приготовление 0,1 N. раствора карбоната натрия.	2		2
8	Установление нормальности соляной кислоты	2		2
9	Итоговый практикум	3		3
10	Итоговый урок	1	1	
	Итого	32	10	22
11 класс				
1	Титриметрический анализ. Кислотно-основное титрование.	10	3	7
2	Окислительно-восстановительный методы (оксидиметрия).	8	2	6
3	Методы осаждения	3	1	2
4	Определение временной или карбонатной жесткости воды методом нейтрализации	2		2
5	Комплексометрическое титрование и осадительное титрование.	2		2

6	Хроматография	3	1	2
7	Фотометрический метод анализа	1	1	
8	Итоговый практикум	2		2
9	Итоговый урок	1	1	
	Итого	32	9	23

**Информационные источники**

1. А. М. Неймарк Методика преподавания основ химического анализа. Пособие для учителей. – М.: Просвещение, 1973.
2. В. И. Астафуров Основы химического анализа. – М. Просвещение, 1992.
3. И. П. Алимарин, Н. Н. Ушакова Справочное пособие по аналитической химии. – М.: Изд-во Моск. Ун-та, 1977.
4. Васильев В.П. Аналитическая химия. В 2-х т. Т.1. - М.: Дрофа, 2009.

## Дополнительные источники:

1. Харитонов Ю.Я., «Аналитическая химия». Москва «Высшая школа», 2001
2. Д.Н. Джабаров. Сборник упражнений и задач по аналитической химии (качественный анализ, титриметрия). Учебное пособие. Издательство: МИА, 2007

## Интернет – ресурсы:

1. Аналитическая химия в России - <http://www.rusanalytchem.org/default.aspx>
2. Полезная информация по химии - <http://www.alhimikov.net/>
3. Российский химико-аналитический портал - <http://www.anchem.ru>
4. Словари и энциклопедии - <http://dic.academic.ru>
5. Электронная библиотека по химии - <http://www.chemnet.ru/rus/elbibch.html>