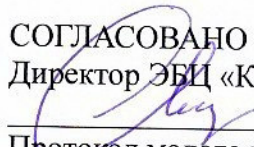


Государственное бюджетное нетиповое образовательное учреждение
«Санкт-Петербургский городской Дворец творчества юных»
Эколого-биологический центр «Крестовский остров»

СОГЛАСОВАНО
Директор ЭБЦ «Крестовский остров»

А.Р. Ляндзберг
Протокол малого педагогического совета
№2 от «16» февраля 2016

УТВЕРЖДАЮ
Генеральный директор
ГБНОУ «СПБ ГДТЮ»
М.Р. Катунова
Приказ № 576 от «04» 02 2016



ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ
(ОБЩЕРАЗВИВАЮЩАЯ) ПРОГРАММА

Аналитическая химия: анализ модельных и реальных объектов

Срок реализации программы: 2 года
Возраст обучающихся – 15-17 лет

Автор-составитель:
Воронаев Иван Геннадьевич,
педагог дополнительного образования

Рассмотрено Методическим советом
ГБНОУ «СПБ ГДТЮ»
Протокол № 5 от «03» 03 2016 г.

Санкт-Петербург
2016 г

Содержание

Пояснительная записка.....	3
Цели и задачи программы.....	4
Организация учебного процесса.....	5
Ожидаемые результаты	5
Формы оценки результативности освоения образовательной программы	5
Задачи и ожидаемые результаты первого года обучения	6
Учебно-тематический план 1 года обучения	8
Содержание программы 1 года обучения	8
Задачи и ожидаемые результаты 2 года обучения.....	13
Учебно-тематический план программы 2 года обучения	15
Содержание программы 2 года обучения	15
Методическое обеспечение программы 1 года обучения	21
Методическое обеспечение программы 2 года обучения	27
Список литературы	33

Пояснительная записка

В данной программе рассматриваются основные понятия и разделы современной общей и аналитической химии. Вначале, обучающиеся углубляют свои знания, полученные на уроках химии в школе, этому посвящены первые тематические блоки программы, которые позволяют сформировать представление об основных закономерностях в химии, проследить взаимосвязь «строение-свойство вещества». Затем на выстроенном фундаменте знаний обучающиеся знакомятся с наукой «аналитическая химия». Последующие тематические блоки содержат сведения об основных методах анализа, актуальных на сегодняшний день и позволяющих проводить анализ как модельных, так и реальных объектов.

В ходе освоения программы обучающиеся приобщатся к теоретическим знаниям не только в различных областях химии, но и смежным наукам: экологии, биохимии, криминалистике, геологии и пр., а также на практике познакомятся с методами, применяемыми в данных отраслях науки.

Направленность данной программы — естественнонаучная.

Новизной данной образовательной программы является общая теоретическая подготовка по химии и широкий обзор аналитических методов, используемых при определении химического состава веществ, в практическом их приложении.

В рамках данной образовательной программы обучающиеся получают представления о работе ученого и химиков-аналитиков на предприятиях и в лабораториях.

Обучающимся предоставляется возможность знакомства с приемами экоаналитического контроля, с методами анализа пищевых продуктов, медицинской диагностики и криминалистики.

Отличительной особенностью данной программы станет активное использование ресурсов лаборатории экологии и биомониторинга ЭБЦ «Крестовский остров» как в прохождении общих практикумов, так и при работе над самостоятельными исследовательскими проектами.

Актуальность данной образовательной программы состоит в решении задач, связанных с оптимизацией взаимодействия человеческого общества и окружающей среды, которая строится на наличии постоянной достоверной информации о составе объектов окружающей среды, получаемой в результате постоянного аналитического контроля за состоянием воздуха, воды, почв, биологических объектов. Поэтому актуальным

представляется ознакомить обучающихся с существующими аналитическими методами анализа объектов окружающей среды.

Педагогическая целесообразность программы в том, что повышение образовательного уровня обучающихся производится современными методами обучения, а развитие аналитических, логических и дивергентных способностей достигается применением совокупности классических и новейших инновационных методов преподавания. Также следует отметить приоритетность применения теоретических знаний и способов мышления на практике.

Цель данной программы — создание условий для развития общехимической подготовки обучающихся, обучения наиболее важным методам анализа и возможностям их применения для решения конкретных практических задач.

В рамках программы поставлены следующие задачи:

Обучающие

1. Освоение обучающимися общего базиса по химии.
2. Получение обучающимися знаний о существующих методах анализа, принципах их работы.
3. Получение обучающимися знаний о применении методов анализа для изучения как модельных, так и реальных объектов в теории и на практике.
4. Получение навыков научного познания и исследования, поиска и обработки информации.

Развивающие

1. Развитие у обучающихся умения взаимодействовать в коллективе.
2. Развитие навыков планирования индивидуальной и совместной работы.
3. Развитие навыков изложения и представления результатов своей исследовательской работы.
4. Развитие навыков работы с оборудованием, реактивами и приборами.

Воспитательные

1. Воспитание у обучающихся бережного отношения к окружающей среде, осознание возможности личного вклада в защиту окружающей среды.
2. Формирование ответственного подхода к своим действиям как в вопросах взаимодействия с природными объектами, так и в вопросах взаимодействия в коллективе.

Организация учебного процесса

Программа рассчитана на возраст обучающихся 15-17 лет.

Сроки реализации программы: Продолжительность освоения программы составляет 2 года. 1 год – 144 часа, 2 год – 216 часов.

Формы и режим занятий.

Предполагаются следующие формы проведения занятий: лекционные занятия, лабораторные практикумы, семинары с обсуждением результатов индивидуальной работы над проектами.

В ходе работы обучающихся над самостоятельными исследованиями предполагается проведение индивидуальных и групповых консультаций, в зависимости от этапа работы.

Формы подведения итогов.

Зачетные занятия планируется проводить в конце больших тематических блоков после проведения лабораторных работ и практических занятий.

На начальных этапах обучения в форме письменного тестирования, решения задач.

По мере освоения программы, подведение итогов приобретает характер семинаров, включает подготовку отчетных докладов по проделанным лабораторным работам, усвоенным методам, а так же с результатами своего проекта, с целью развития навыков презентации.

Ожидаемые результаты

1. Обучающимися освоен общий базис по химии.
2. Обучающимися получены знания о существующих методах анализа, принципах их работы.
3. Обучающимися получены знания о применении методов анализа для изучения как модельных, так и реальных объектов в теории и на практике.
4. Обучающимися получены навыки научного познания и исследования, поиска и обработки информации.
5. У обучающихся развиты умения взаимодействовать в коллективе.
6. У обучающихся развиты навыки планирования индивидуальной и совместной работы.
7. У обучающихся развиты навыки изложения и представления результатов своей исследовательской работы.
8. У обучающихся развиты навыки работы с оборудованием, реактивами и приборами.
9. У обучающихся развиты. Воспитание у обучающихся бережного отношения к окружающей среде, осознание возможности личного вклада в защиту окружающей

среды.

10. Формирование ответственного подхода к своим действиям как в вопросах взаимодействия с природными объектами, так и в вопросах взаимодействия в коллективе.

Формы оценки результативности освоения образовательной программы

Подведение итогов реализации программы предполагается в виде выполнения учащимися зачетных работ, написания и защиты исследовательских работ, участия в школьных и студенческих олимпиадах, конкурсах и конференциях химико-аналитической направленности.

Задачи и ожидаемые результаты первого года обучения

Обучающие

1. Освоение обучающимися общего базиса по химии. Изучение основных разделов общей химии: термодинамика, кинетика, растворы, окислительно-восстановительные и кислотно-основные взаимодействия, комплексообразование.
2. Получение обучающимися знаний о существующих методах химического и физико-химического анализа, принципах их работы. Обоснование принципов работы метода на основе полученной теоретической подготовки.
3. Получение обучающимися знаний о применении методов анализа для изучения модельных объектов в теории и на практике.
4. Получение навыков научного познания и исследования, поиска и обработки информации.

Развивающие

1. Развитие у обучающихся умения взаимодействовать в коллективе.
2. Развитие навыков планирования индивидуальной работы.
3. Развитие навыков планирования эксперимента и представления результатов своих исследовательских проектов.
4. Развитие навыков работы с оборудованием, реактивами и приборами.

Воспитательные

1. Воспитание у обучающихся бережного отношения к окружающей среде, осознание возможности личного вклада в защиту окружающей среды.
2. Формирование ответственного подхода к своим действиям как в вопросах взаимодействия с природными объектами, так и в вопросах взаимодействия в коллективе.

Ожидаемые результаты

В ходе освоения программы обучающиеся:

1. Сформируют химический базис. Изучат основные разделы общей химии: термодинамика, кинетика, растворы, окислительно-восстановительные и кислотно-основные взаимодействия, комплексообразование.
2. На полученных теоретических знаниях сформируют знания о существующих методах аналитической химии, принципах их работы для изучения объектов окружающей среды в теории и на практике прохождения лабораторных работ.
3. Получат знания о применении изученных методов анализа. Научатся обосновывать основу метода.
4. Получат навыки научного исследования, таких как постановка целей и задач, планирование экспериментов или наблюдений.
5. Разовьют умения взаимодействовать в коллективе.
6. Разовьют навыки планирования индивидуальной работы.
7. Разовьют навыки планирования эксперимента и подготовки и представления материалов.
8. Разовьют навыки работы с оборудованием, реактивами и приборами, познакомятся с системой аналитического контроля.
9. Программа воспитает в учащихся бережное отношение к окружающей среде, осознание собственной ответственности и возможности личного вклада в защиту окружающей среды в результате непосредственной практической деятельности по химико-аналитическому контролю объектов окружающей среды.
10. Сформирует ответственный подход к своим действиям как в вопросах рабочей обстановки в химической лаборатории, так и в вопросах взаимодействия в коллективе.

УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН 1 ГОДА ОБУЧЕНИЯ
(144 ЧАСА)

№	Тема	Теоретические занятия	Практические занятия	Всего часов
1	Вводное занятие. Аналитическая химия и химический анализ.	4	2	6
2	Теоретические основы химии.	15	9	24
3	Химические методы обнаружения ионов в растворах.	9	9	18
4	Химические методы количественного анализа.	16	20	36
5	Физические и физико-химические методы анализа.	12	12	24
6	Исследовательские работы: старт в науку.		36	36
	Всего часов	56	88	144

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ 1 ГОДА ОБУЧЕНИЯ

1. Вводное занятие.

Теория. Знакомство с Эколого-биологическим центром, Лабораторией и программой курса. Правила поведения в центре и инструктаж по технике безопасности. Первичное тестирование учащихся на выявление уровня подготовки.

Практика. Экскурсия по ЭБЦ «Крестовский остров», Лаборатории.

Формы подведения итогов. Устный опрос учащихся с целью закрепления основ безопасного поведения в химической лаборатории.

Аналитическая химия и химический анализ.

Теория. Предмет и задачи аналитической химии. Значение аналитического контроля в различных отраслях промышленности, сельском хозяйстве, экологии, науке. Основные понятия аналитической химии. Понятия «анализ вещества, метод и методика анализа». Основные характеристики методик анализа (предел обнаружения, минимальная концентрация, верхняя граница диапазона определяемых концентраций, правильность, прецизионность, погрешность. Структура и методы аналитической химии. Классификация видов анализа. Классификация химического анализа, основанная на получаемой информации (качественный и количественный анализ). Классификация химического анализа, основанная на природе аналита (изотопный, элементный, молекулярный,

функциональный, вещественный, фазовый анализ). Характеристические свойства вещества. Методы аналитической химии (химические, физические, физико-химические, биологические).

Практика. Знакомство с лабораторной химической посудой и оборудованием.

Формы подведения итогов. Устный опрос учащихся на предмет закрепления названий химической посуды.

2. Теоретические основы химии

Теория. **Атомно-молекулярное учение.** Основные положения атомно-молекулярного учения, вытекающие законы из них. Работы М.В. Ломоносова, Дж. Дальтона, А. Лавуазье, Ж. Пруста, А. Авогадро, Й. Берцелиуса, Д.И. Менделеева, А.М. Бутлерова. Законы постоянства состава, кратных и объемных отношений, Авогадро. Количество вещества. Эквивалент. Закон эквивалентов. Химические расчеты.

Введение в теорию химического процесса. Константа химического равновесия. Основные положения химической термодинамики и кинетики. Превращение энергии при химических реакциях. Термохимия. Скорость химической реакции. Зависимость скорости реакции от различных факторов. Химическое равновесие. Принцип Ле Шателье.

Растворы как химические системы. Растворимость веществ. Концентрации. Вода в природе. Физические и химические свойства воды. Характеристики растворов. Теории кислот и оснований. Кислотно-основные равновесия в растворах.

Теория электролитической диссоциации. Процесс диссоциации. Электропроводность растворов. Сильные и слабые электролиты. Закон разбавления Оствальда. Свойства кислот, оснований и солей с точки зрения теории электролитической диссоциации.

Характеристика рН водных растворов электролитов. Диссоциация воды. Расчет рН растворов. Буферные растворы. Гидролиз. Смещение ионных равновесий. Кислотно-основные равновесия в аналитической химии.

Комплексообразование в растворах. Состав комплексных соединений. Комплексообразователи. Номенклатура комплексных соединений. Устойчивость комплексных соединений в растворах.

Окислительно-восстановительные реакции. Степень окисления элементов. Составление уравнений окислительно-восстановительных реакций. Уравнение Нернста. Возможности существования ионов в растворах. Важнейшие окислители и восстановители. Окислительно-восстановительные равновесия и их роль в аналитической химии.

Практика. Решение задач и упражнений. Демонстрационный химический эксперимент.

Формы подведения итогов. Зачетная работа. Тест, решение задач, обсуждение.

3. Химические методы обнаружения ионов в растворах

Теория. **Общая схема и основные этапы химического анализа.** Пробоотбор. Пробоподготовка. Выбор метода анализа (избирательность, точность, чувствительность, экспрессность, стоимость метода). Концентрирование и разделение как стадии пробоподготовки. Основные инструменты и операции химического анализа.

Аналитические свойства веществ и их связь с положением элементов в периодической системе Д.И. Менделеева. Аналитические свойства веществ и их связь с положением элементов в периодической системе элементов Д.И. Менделеева. Семейства элементов: *s*-, *p*-, *d*-, *f*-. Существование элементов в водных растворах, окраска их растворов.

Схемы разделения катионов и анионов. Дробный и систематический анализ. Аналитический реагент. Основные реакции обнаружения катионов и анионов. Чувствительность аналитических реакций. Предел обнаружения.

Практика.

Лабораторная работа №1. Аналитические группы и схемы анализа катионов.

Лабораторная работа №2. Аналитические группы анионов

Лабораторная работа №3. Анализ смеси неизвестного состава.

Формы подведения итогов. Устный опрос, обсуждение. Онлайн тестирование.

4. Химические методы количественного анализа

Теория. **Титриметрические (объемные) методы анализа (титриметрия).** Классификация методов титриметрического анализа (кислотно-основное титрование, осадительное титрование, комплексометрическое титрование, окислительно-восстановительное титрование). Виды титрования, применяемые в титриметрическом анализе (прямое, обратное, обращенное, заместительное титрование). Методы установления конечной точки титрования (визуальные и инструментальные). Индикаторы.

Кислотно-основное титрование (метод нейтрализации). Сущность метода. Стандартный раствор. Типы кислотно-основного титрования. Индикаторы метода кислотно-основного титрования. Кривые кислотно-основного титрования. Расчет, построение и анализ кривых титрования. Влияние различных факторов на скачок

титрования. Ошибки кислотно-основного титрования. Применение методов кислотно-основного титрования.

Практика.

Лабораторная работа №4. Приготовление стандартных растворов. Определение содержания кислоты или основания методом кислотно-основного титрования

Лабораторная работа №5. Определение кислотности продуктов питания.

Теория. Комплексонометрическое титрование. Сущность метода. Требования, предъявляемые к реакциям в комплексиметрии. Классификация методов комплексиметрии. Распределение элементов, определяемых комплексонометрически, в периодической системе Д.И. Менделеева. Комплексонометрия. Комплексоны.

Практика.

Лабораторная работа №6. Определение общей жесткости воды.

Лабораторная работа №7. Комплексонометрическое определение содержания катионов металлов в растворах.

Теория. Окислительно-восстановительное титрование. Сущность метода. Классификация редокс-методов. Условия проведения окислительно-восстановительного титрования. Перманганатометрия, дихроматометрия, иодиметрия, иодометрия и другие часто используемые методы в окислительно-восстановительном титровании.

Практика.

Лабораторная работа №8. Определение массы двухвалентного железа в растворе методом перманганатометрии.

Лабораторная работа №9. Определение аскорбиновой кислоты в фруктовых соках методом йодометрии.

Лабораторная работа №10. Определение растворенного в воде кислорода методом Винклера.

Формы подведения итогов. Зачетная работа. Тест, решение задач, анализ протоколов лабораторных работ, обсуждение.

5. Физические и физико-химические методы анализа.

Теория. Электрохимические методы анализа. Потенциометрия. Приемы физических методов определения концентрации (метод градуировочного графика, метод добавок, метод одного эталона). Классификация электрохимических методов анализа. Общие понятия. Электроды. Классификация электродов. Приборное оформление электрохимических методов анализа. Потенциометрический анализ (потенциометрия).

Основы метода и аналитические возможности. Принцип метода. Химический сенсор. Интеллектуальные сенсорные системы («электронный нос» и «электронный язык»). Прямая потенциометрия: определение концентрации вещества. Потенциометрическое титрование. Кривые потенциометрического титрования. Индикаторное и инструментальное определение рН растворов.

Практика.

Лабораторная работа №12. Определение нитратов в овощах с помощью ионоселективного электрода.

Лабораторная работа №13. Потенциометрическое титрование смеси соляной и борной кислот в растворе при их совместном присутствии

Теория. **Методы элементного спектрального анализа.** Взаимодействие электромагнитного излучения с веществом. Электромагнитный спектр. Цвета и интервалы длин волн в спектре. Отражение, преломление, поглощение, испускание электромагнитного излучения. Основные понятия и законы. Основы теории атомных и молекулярных спектров. Интенсивность спектральных линий. Типы излучений. Система единиц. Классификация спектральных методов анализа.

Методы атомной спектроскопии. Оптические атомные спектральные методы. Строение атома и его спектр. Потенциалы ионизации. Схемы процессов, лежащих в основе методов спектроскопии. Особенности атомных спектров элементов. Классификация методов атомной спектроскопии. Источники атомизации и возбуждения. Ядерно-физические и радиохимические методы анализа. Радиоактивность. Рентгеновское излучение. Взаимодействие рентгеновского излучения с веществом. Классификация рентгеноспектральных методов элементного анализа. Техника рентгеноспектрального анализа. Применение радиоспектроскопии в анализе объектов окружающей среды.

Методы молекулярной спектроскопии. Цвет и спектр. Основной закон фотометрии. Отклонения от закона. Схема энергетических уровней молекулы. Характеристика квантовых переходов. Электронные спектры поглощения. Классификация фотометрических методов анализа. Приборы для фотометрического анализа. Светофильтры. Общие схемы проведения фотометрического анализа. Выбор условий. Колориметрия. Фотоколориметрия. Спектрофотометрия. Количественный фотометрический анализ. Нахождение концентрации определяемого вещества. Чувствительность и погрешность фотометрического анализа. Понятие о фотометрическом титровании.

Практика.

Лабораторная работа №14. Определение железа (III) и сульфатов в питьевой воде.

Формы подведения итогов. **Зачетная работа.** Тест, индивидуальная беседа по билетам, решение задач, сдача протоколов лабораторных работ, обсуждение.

6. Исследовательские работы: старт в науку.

Выбор тем исследовательских работ и планирование эксперимента. Расчет необходимых количеств веществ для постановки эксперимента исследовательской работы.

Обзор литературы. Источники современной химической информации. Открытый доступ к научной информации: Sci-Hub.

Примеры вариантов исследовательских работ:

1. Химический анализ продуктов питания
2. Химический анализ воды, почвы и т.п.
3. Синтезы и применение конкретных веществ в аналитических целях.

Задачи и ожидаемые результаты второго года обучения

Обучающие

1. Повторение и углубление обучающимися основных теоретических вопросов общей химии.
2. Формирование и обобщение обучающимися знаний о существующих методах химического и физико-химического анализа, принципах их проведения; методах разделения и концентрирования; способах анализа конкретных объектов.
3. Получение обучающимися знаний о применении методов анализа для изучения как модельных, так и реальных объектов в теории и на практике.
4. Получение и совершенствование навыков научного познания и исследования, поиска и обработки информации.

Развивающие

1. Развитие у обучающихся умения взаимодействовать в коллективе.
2. Развитие навыков планирования не только индивидуальной, но и совместной работы.
3. Развитие навыков изложения и представления результатов своей исследовательской работы; навыков выступления на публике.
4. Развитие навыков работы с оборудованием, реактивами и приборами.

Воспитательные

1. Воспитание у обучающихся бережного отношения к окружающей среде, осознание возможности личного вклада в защиту окружающей среды.

2. Формирование ответственного подхода к своим действиям как в вопросах взаимодействия с природными объектами, так и в вопросах взаимодействия в коллективе.

Ожидаемые результаты

В ходе освоения программы учащиеся:

1. Повторят и углубят знания по различным разделам химии.
2. Сформируют и обобщат знания о существующих методах в аналитической химии, принципах их работы для изучения как модельных, так и реальных объектов, в частности объектов окружающей среды, в теории и на практике прохождения лабораторного практикума.
3. Получат знания о применении изученных методов анализа.
4. Получат навыки научного исследования, такие как постановка целей и задач, планирование экспериментов и наблюдений.
5. Разовьют умения взаимодействовать в коллективе.
6. Получат навыки планирования индивидуальной и совместной работы.
7. Разовьют навыки подготовки, изложения и представления материалов; навыки выступления на публике.
8. Разовьют навыки работы с оборудованием, реактивами и приборами, познакомятся с системой аналитического контроля.
9. Программа воспитает в учащихся бережное отношение к окружающей среде, осознание собственной ответственности и возможности личного вклада в защиту окружающей среды в результате непосредственной практической деятельности по химико-аналитическому контролю объектов окружающей среды.
10. Сформирует ответственный подход к своим действиям как в вопросах рабочей обстановки в химической лаборатории, так и в вопросах взаимодействия в коллективе.

УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН ПРОГРАММЫ 2 ГОДА ОБУЧЕНИЯ

№	Тема	Теоретические занятия	Практические занятия	Всего часов
1	Вводное занятие	2	1	3
2	Теоретические основы химии (повторение)	7	5	12
3	Принципы современной аналитической химии	14	10	24
4	Методы разделения и концентрирования	23	22	45
5	Анализ реальных объектов	14	10	24
6	Исследовательские работы		108	108
	Всего часов	60	156	216

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ 2 ГОДА ОБУЧЕНИЯ

Вводное занятие.

Теория. Знакомство с программой курса. Правила поведения в центре и инструктаж по технике безопасности. Тестирование учащихся на выявление уровня знаний.

Теоретические основы химии (повторение)

Теория. **Растворы.** Растворимость веществ. Концентрации. Характеристики растворов. Теории кислот и оснований. Кислотно-основные равновесия в растворах. Теория электролитической диссоциации. Сильные и слабые электролиты. Характеристика pH водных растворов электролитов. Диссоциация воды. Расчет pH растворов. Буферные растворы. Гидролиз. Составление уравнений гидролиза солей. Смещение ионных равновесий. Кислотно-основные равновесия в аналитической химии.

Комплексообразование. Состав комплексных соединений. Комплексообразователи. Устойчивость комплексных соединений в растворах.

Окислительно-восстановительные реакции. Степень окисления элементов. Составление уравнений окислительно-восстановительных реакций. Возможности существования ионов в растворах. Важнейшие окислители и восстановители. Окислительно-восстановительные равновесия и их роль в аналитической химии.

Практика. Решение расчетных задач и выполнение упражнений. Разбор заданий, встречающихся на различных этапах химических олимпиад.

Формы подведения итогов. Зачетная работа. Тест, решение задач, обсуждение.

Принципы современной аналитической химии.

Теория. Подготовка образца к анализу и проведение анализа. Предварительные макро- и микроскопические исследования. Отбор пробы для анализа однородных и неоднородных веществ, средняя проба. Выбор схемы и метода анализа в зависимости от состава анализируемого вещества.

Разложение анализируемой пробы. Методы перевода в раствор труднорастворимых объектов. Растворение в кислотах и щелочах, сплавление с кислотными и щелочными плавнями. Анализ различных объектов: минералов, руд, горных пород, природных и сточных вод, воздуха.

Метрологические основы аналитической химии. Характеристика аналитических методов. Определение концентрации методом градуировочного графика и методом добавок. Предел обнаружения, нижняя и верхняя границы определяемых концентраций, коэффициент чувствительности, избирательность, время, необходимое для проведения анализа (экспрессность).

Методы определения неорганических веществ. Качественный химический анализ. Схемы разделения катионов и анионов. Принцип анализа систем сложного состава. Свойства и константы веществ, необходимые для составления химико-аналитической характеристики определяемого компонента. Задачи и выбор метода обнаружения. Химические, физико-химические и физические методы обнаружения. Качественный анализ. Характеристика аналитических реакций. Селективные и специфические реагенты. Способы понижения предела обнаружения и повышения избирательности

Теория. Методы определения органических веществ. Классы органических веществ. Функциональный органический анализ. Качественные реакции функциональных групп.

Практика. Выполнение упражнений.

Лабораторная работа №1. Распознавание органических веществ.

Теория. Химические тест-методы анализа. Общая характеристика тест-систем. Цели использования и достоинства. Внелабораторный анализ. Классификация тест-систем для химического анализа. Химические основы тестов: реагенты и реакции. Способы использования реагентов.

Практика. Лабораторная работа №2. Приготовление и работа с тест-системами.

Формы подведения итогов. Выполнений онлайн теста.

Методы разделения и концентрирования.

Теория. Общая классификация методов разделения. Основные понятия. Методы разделения гомогенных и гетерогенных смесей веществ. Методы разделения, основанные на образовании новой фазы. Методы разделения, основанные на различиях в распределении веществ между фазами.

Сорбция. Особенности сорбции как метода концентрирования. Сорбенты, общие требования к ним. Параметры сорбции: коэффициент распределения, емкость сорбента, изотермы сорбции. Техника сорбционного концентрирования. Способ сорбционного фильтра. Синтетические иониты. Основные типы, химизм процессов, выбор систем. Неорганические ионообменники: оксиды и гидроксиды металлов (силикагель, гидратированные оксиды титана, циркония и олова), соли металлов (фосфат циркония, сульфиды), соли гетерополикислот и другие. Достоинства и недостатки. Особенности практического использования.

Общая характеристика экстракции. Особенности экстракции как метода концентрирования.

Этапы развития, современное состояние. Основные понятия и термины. Условия экстракции веществ. Количественные характеристики экстракции: коэффициент распределения, степень извлечения, коэффициент разделения, константа распределения и константа экстракции. Классификация экстракционных систем. Классификация по типу экстракционной системы. Классификация, основанная на природе экстрагентов. Классификация по типу экстрагируемого соединения.

Экстракция в неорганическом анализе. Принцип жестких и мягких кислот и оснований Пирсона (ЖМКО) и его применение для прогнозирования экстракционного поведения металлов в различных экстракционных системах. Координационно несольватированные нейтральные соединения. Основные факторы, влияющие на экстракцию. Растворимость и экстракция, роль растворителя. Координационно сольватированные нейтральные (смешанные) комплексы. Условия образования и экстракции. Принципы выбора нейтрального экстрагента, основные типы экстрагентов.

Практика.

Лабораторная работа №3. Экстракционное разделение смеси катионов

Лабораторная работа №4. Получение эфирных масел методом дистилляции.

Теория. Основы хроматографии. Основные понятия и классификация методов. Количественные характеристики хроматографии. Теоретические основы хроматографии. Общая схема хроматографического анализа. Газовая хроматография. Жидкостная хроматография.

Газовая хроматография. Основы метода. Газожидкостная, газоадсорбционная хроматография. Детекторы для газовой хроматографии.

Жидкостная хроматография. Общие сведения. Жидкостно-адсорбционная, жидкостно-жидкостная, ионообменная хроматография.

Планарная хроматография. Основы метода. Бумажная и тонкослойная хроматография.

Практика. Лабораторная работа №5. Разделение и обнаружение ионов методом бумажной хроматографии.

Лабораторная работа №6. Определение железа в яблоках методом бумажной хроматографии.

Лабораторная работа №7. Тонкослойная хроматография (ТСХ). Определение следовых концентрация ДДТ в воде, продуктах питания, биологических объектах.

Лабораторная работа №8. Исследование стабильности аскорбиновой кислоты при нагревании и в кислой среде методом ТСХ.

Формы подведения итогов. Зачетная работа. Тест, индивидуальная беседа по билетам, решение задач, сдача протоколов лабораторных работ, обсуждение.

Анализ реальных объектов

Теория. Анализ вод. Классификация вод. Основные аналитические проблемы. Пробоотбор и хранение проб. Определение обобщенных физических и химических показателей, определяющих качество воды: прозрачности, мутности, цветности, водородного показателя, окислительно-восстановительного потенциала, щелочности, растворенного кислорода, окисляемости, химического и биохимического потребления кислорода (ХПК и БПК).

Практика. Лабораторная работа №9. Определение индивидуальных неорганических компонентов в воде: хлоридов, фторидов, нитритов, нитратов, фосфатов, серосодержащих анионов, ионов аммония, щелочных и щелочно-земельных металлов.

Теория. Природные органические вещества вод. Общая оценка содержания органических веществ: определение органического углерода, азота, фосфора. Основные классы загрязняющих органических веществ: поверхностно-активные вещества, фенолы,

нефтепродукты, полиароматические углеводороды, азот-, серо- и фосфорсодержащие пестициды, хлорорганические соединения (хлорсодержащие пестициды, полихлорированные бифенилы, полихлордибензофураны, полихлордибензо-п-диоксины). Источники попадания, устойчивость в окружающей среде, токсичность, методы извлечения, концентрирования, разделения и определения.

Анализ почв и донных отложений. Особенности почвы как объекта окружающей среды. Пробоотбор. Химический состав почв. Гумусовые вещества: строение, реакционная способность, функции в окружающей среде. Задачи аналитического контроля. Определение обобщенных показателей: емкости катионного обмена, кислотности, окислительно-восстановительного потенциала, содержания легкорастворимых солей, биологической активности. Определение неорганических компонентов. Элементный и молекулярный анализ.

Анализ пищевых и сельскохозяйственных продуктов. Химические вещества пищи: собственные минеральные и органические вещества, пищевые добавки, чужеродные вещества. Методы их извлечения, концентрирования, разделения.

Определение компонентов, определяющих пищевую ценность продукта. Определение белков, жиров, углеводов, витаминов, аминокислот и других органических кислот. Оценка безопасности пищевых продуктов.

Анализ геологических объектов. Выбор схемы анализа, определяемой природой объекта. Рудные и нерудные полезные ископаемые. Способы разложения руд. Определение железа, алюминия, марганца, примесей титана, ванадия, никеля, меди, хрома. Определение компонентов вмещающей породы. Полиметаллические руды. Схемы анализа при определении основных компонентов (меди, цинка, железа, свинца, кадмия) и микропримесей (серы, мышьяка и марганца). Особенности анализа руд хрома, никеля, кобальта, ртути, олова и сурьмы. Анализ геологических материалов, содержащих редкоземельные элементы. Способы выделения, концентрирования и определения РЗЭ.

Практика. Решение задач и упражнений. Разбор ситуационных задач.

Формы подведения итогов. **Итоговое занятие.** Подведение итогов. Защита докладов, обсуждение.

Исследовательские работы.

Продолжение проектов, начатых в первом году обучения. Расширение информации и планирование эксперимента.

Обзор литературы. Нахождение закономерностей в экспериментальных данных. Попытки моделирования и анализа данных. Выдвижение идей и гипотез. Углубление

знаний о механизмах течения химических реакций.

Примеры вариантов исследовательских работ:

1. Химический анализ продуктов питания и объектов окружающей среды.
2. Синтезы и применение конкретных веществ в аналитических целях.
3. Совершенствование методик анализа применительно к конкретным объектам.
4. Синтез органических и неорганических веществ с заданными свойствами.

Методическое обеспечение программы
Аналитическая химия: анализ модельных и реальных объектов
1 год обучения

Направленность	Естественнонаучная
Продолжительность освоения	2 года
Возраст детей	15-17 лет
Нормативное обеспечение	<ol style="list-style-type: none"> 1. Образовательная программа 2. Рабочая программа 3. План воспитательной работы (план мероприятий) 4. Инструкции по технике безопасности 5. Нормативная документация: <ul style="list-style-type: none"> • <i>Федеральный закон Российской Федерации №273-ФЗ "Об образовании в Российской Федерации" от 29.12.2012</i> • <i>Концепция развития дополнительного образования детей в Российской Федерации Распоряжение Правительства РФ от 04.09.2014 №1726-р</i> • <i>Стратегия развития системы образования Санкт-Петербурга на 2011–2020 гг. «Петербургская Школа 2020» // Совет по образовательной политике Комитета по образованию Правительства Санкт-Петербурга, 2010</i> • <i>Стратегия развития воспитания в Российской Федерации на период до 2025 года // Распоряжение Правительства РФ от 29.05.2015 №996-р</i> • <i>Об утверждении СанПиН 2.4.4.3172-14 "Санитарно-эпидемиологические требования к устройству, содержанию и организации режима работы образовательной организации дополнительного образования детей" // Постановление Главного санитарного врача РФ от 04.07.2014 №41</i> • <i>Об утверждении порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам // Приказ Министерства образования и науки РФ от 29.08.2013 г. №1008</i>

Темы и разделы дополнительной общеобразовательной программы	Учебно-методические пособия для педагогов	Учебно-методические пособия для детей	Диагностические и контрольные материалы	Средства обучения
Вводное занятие. Аналитическая химия и химический анализ.	1. Презентация 2. Конспект занятия 3. Распечатки с правилами поведения на территории и в зданиях ЭБЦ «Крестовский остров» и инструкция по технике безопасности в химической лаборатории	1. Распечатка с правилами поведения на территории и в зданиях ЭБЦ «Крестовский остров» 2. Распечатка с правилами поведения в химической лаборатории		1. Компьютер 2. Проектор 3. Принтер
Теоретические основы химии.	1. Презентации 2. Конспекты занятий 3. Учебно-методическое пособие: «Химический анализ объектов окружающей среды», Воронаев И.Г.	1. Учебно-методическое пособие: «Химический анализ объектов окружающей среды», Воронаев И.Г. 2. Распечатка с заданиями для практических занятий: задачи, упражнения. 3. Учебник: «Общая химия», ГлинкаН.Л.	1. Распечатки билетов, для проведения устного зачета.	1. Компьютер 2. Проектор 3. Принтер 4. Лабораторная посуда 5. Химические реактивы

Темы и разделы дополнительной общеобразовательной программы	Учебно-методические пособия для педагогов	Учебно-методические пособия для детей	Диагностические и контрольные материалы	Средства обучения
	4. Учебно-методическое пособие: «Растворы как химические системы», Лилич Л.С., Хрипун М.К. 5. Учебник: «Общая химия», ГлинкаН.Л. 6. Учебник: «Современный курс общей химии», Хаускрофт К., Констебл Э.			
Химические методы обнаружения ионов в растворах.	1. Презентации 2. Конспекты занятий 3. Учебно-методическое пособие: «Химический анализ объектов окружающей среды», Воронаев И.Г. 4. Учебно-	1. Учебно-методическое пособие: «Химический анализ объектов окружающей среды», Воронаев И.Г. 2. Распечатка с заданиями для практических занятий: задачи, упражнения. 3. Учебник: «Общая химия», ГлинкаН.Л. 4. Учебник: «Основы аналитической химии»,	1. Распечатки с текстом вопросов для проведения устного опроса. 2. Распечатки с заданиями по составлению качественных реакций катионов и анионов.	1. Компьютер 2. Проектор 3. Принтер 4. Лабораторная посуда 5. Химические реактивы

Темы и разделы дополнительной общеобразовательной программы	Учебно-методические пособия для педагогов	Учебно-методические пособия для детей	Диагностические и контрольные материалы	Средства обучения
	<p>методическое пособие: «Растворы как химические системы», Лилич Л.С., Хрипун М.К.</p> <p>5. Учебник: «Основы аналитической химии», Золотов Ю.А.</p> <p>6. Учебник: «Современный курс общей химии», Хаускрофт К., Констебл Э.</p>	<p>Золотов Ю.А.</p>		
<p>Химические методы количественного анализа.</p>	<p>1. Презентации</p> <p>2. Конспекты занятий</p> <p>3. Учебно-методическое пособие: «Химический анализ объектов окружающей среды», Воронаев</p>	<p>1. Учебно-методическое пособие: «Химический анализ объектов окружающей среды», Воронаев И.Г.</p> <p>2. Распечатка с заданиями для практических занятий: задачи, упражнения.</p> <p>3. Учебник: «Основы аналитической химии»,</p>	<p>1. Распечатки с текстом вопросов для проведения устного опроса.</p>	<p>1. Компьютер</p> <p>2. Проектор</p> <p>3. Принтер</p> <p>4. Лабораторная посуда</p> <p>5. Химические реактивы, необходимые для проведения лабораторных работ.</p> <p>6. Электронные весы</p> <p>7. Сушильный шкаф</p>

Темы и разделы дополнительной общеобразовательной программы	Учебно-методические пособия для педагогов	Учебно-методические пособия для детей	Диагностические и контрольные материалы	Средства обучения
	И.Г. 4. Учебник: «Основы аналитической химии», Золотов Ю.А. 5. Учебник: «Современный курс общей химии», Хаускрофт К., Констебл Э.	Золотов Ю.А.		
Физические и физико-химические методы анализа.	1. Презентации 2. Конспекты занятий 3. Учебно-методическое пособие: «Химический анализ объектов окружающей среды», Воронаев И.Г. 4. Учебник: «Основы аналитической	1. Учебно-методическое пособие: «Химический анализ объектов окружающей среды», Воронаев И.Г. 2. Распечатка с заданиями для практических занятий: задачи, упражнения. 3. Учебник: «Основы аналитической химии», Золотов Ю.А.	1. Распечатки с текстом вопросов для проведения опросов	1. Компьютер 2. Проектор 3. Принтер 4. Лабораторная посуда 5. Химические реактивы, необходимые для проведения лабораторных работ. 6. Фотоэлектроколориметр 7. рН-метр 8. Электроды для рН-метра 9. Электронные весы

Темы и разделы дополнительной общеобразовательной программы	Учебно-методические пособия для педагогов	Учебно-методические пособия для детей	Диагностические и контрольные материалы	Средства обучения
	химии», Золотов Ю.А.			
Исследовательские работы: старт в науку.	<p>1. Учебно-методическое пособие: «Химический анализ объектов окружающей среды», Воронаев И.Г.</p> <p>2. Учебник: «Основы аналитической химии», Золотов Ю.А.</p> <p>3. Распечатки ГОСТов по химическому анализу воды и почвы.</p>	<p>1. Учебно-методическое пособие: «Химический анализ объектов окружающей среды», Воронаев И.Г.</p> <p>2. Учебник: «Основы аналитической химии», Золотов Ю.А.</p> <p>3. Распечатки ГОСТов по химическому анализу воды и почвы.</p>		<p>1. Компьютер</p> <p>2. Проектор</p> <p>3. Принтер</p> <p>4. Лабораторная посуда</p> <p>5. Химические реактивы, необходимые для проведения лабораторных работ.</p> <p>6. Фотоэлектроколориметр</p> <p>7. рН-метр</p> <p>8. Электроды для рН-метра</p> <p>9. Хроматографические колонки</p> <p>10. Электронные весы</p> <p>11. Сушильный шкаф</p>

Методическое обеспечение программы
Аналитическая химия: анализ модельных и реальных объектов
2 год обучения

Направленность	Естественнонаучная
Продолжительность освоения	2 года
Возраст детей	15-17 лет
Нормативное обеспечение	<p>6. Образовательная программа</p> <p>7. Рабочая программа</p> <p>8. План воспитательной работы (план мероприятий)</p> <p>9. Инструкции по технике безопасности</p> <p>10. Нормативная документация:</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Федеральный закон Российской Федерации №273-ФЗ "Об образовании в Российской Федерации" от 29.12.2012</i> • <i>Концепция развития дополнительного образования детей в Российской Федерации Распоряжение Правительства РФ от 04.09.2014 №1726-р</i> • <i>Стратегия развития системы образования Санкт-Петербурга на 2011–2020 гг. «Петербургская Школа 2020» // Совет по образовательной политике Комитета по образованию Правительства Санкт-Петербурга, 2010</i> • <i>Стратегия развития воспитания в Российской Федерации на период до 2025 года // Распоряжение Правительства РФ от 29.05.2015 №996-р</i> • <i>Об утверждении СанПиН 2.4.4.3172-14 "Санитарно-эпидемиологические требования к устройству, содержанию и организации режима работы образовательной организации дополнительного образования детей" // Постановление Главного санитарного врача РФ от 04.07.2014 №41</i> • <i>Об утверждении порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам // Приказ Министерства образования и науки РФ от 29.08.2013 г. №1008</i>

Темы и разделы дополнительной общеобразовательной программы	Учебно-методические пособия для педагогов	Учебно-методические пособия для детей	Диагностические и контрольные материалы	Средства обучения
Вводное занятие	1. Презентация 2. Конспект занятия 3. Распечатки с правилами поведения на территории и в зданиях ЭБЦ «Крестовский остров» и инструкция по технике безопасности в химической лаборатории	1. Распечатка с правилами поведения на территории и в зданиях ЭБЦ «Крестовский остров» 2. Распечатка с правилами поведения в химической лаборатории		1. Компьютер 2. Проектор 3. Принтер
Теоретические основы химии (повторение)	1. Презентации 2. Конспекты занятий 3. Учебно-методическое пособие: «Химический анализ объектов окружающей	1. Учебно-методическое пособие: «Химический анализ объектов окружающей среды», Воронаев И.Г. 2. Распечатка с заданиями для практических занятий: задачи, упражнения. 3. Учебник: «Общая химия»,	1. Распечатки билетов, для проведения устного зачета.	1. Компьютер 2. Проектор 3. Принтер 4. Лабораторная посуда 5. Химические реактивы

Темы и разделы дополнительной общеобразовательной программы	Учебно-методические пособия для педагогов	Учебно-методические пособия для детей	Диагностические и контрольные материалы	Средства обучения
	<p>среды», Воронаев И.Г. 4. Учебно-методическое пособие: «Растворы как химические системы», Лилич Л.С., Хрипун М.К. 5. Учебник: «Общая химия», ГлинкаН.Л. 6. Учебник: «Современный курс общей химии», Хаускрофт К., Констебл Э.</p>	ГлинкаН.Л.		
Принципы современной аналитической химии	1. Презентации 2. Конспекты занятий 3. Учебник: «Основы аналитической химии», Золотов Ю.А. 4. Учебник:	1. Учебно-методическое пособие: «Химический анализ объектов окружающей среды», Воронаев И.Г. 2. Распечатка с заданиями для практических занятий: задачи, упражнения. 3. Учебник: «Основы	1. Распечатки с текстом вопросов и задач для проведения устного опроса.	1. Компьютер 2. Проектор 3. Принтер 4. Лабораторная посуда 5. Химические реактивы

Темы и разделы дополнительной общеобразовательной программы	Учебно-методические пособия для педагогов	Учебно-методические пособия для детей	Диагностические и контрольные материалы	Средства обучения
	<p>«Современный курс общей химии», Хаускрофт К., Констебл Э.</p> <p>5. Учебник: «Аналитическая химия», Васильев В.П.</p> <p>6. Учебник: «Аналитическая химия» в 3-х томах, под редакцией Москвина Л.Н.</p>	<p>аналитической химии», Золотов Ю.А.</p>		
<p>Методы разделения и концентрирования</p>	<p>1. Презентации</p> <p>2. Конспекты занятий</p> <p>3. Учебно-методическое пособие: «Химический анализ объектов окружающей среды», Воронаев И.Г.</p>	<p>1. Учебно-методическое пособие: «Химический анализ объектов окружающей среды», Воронаев И.Г.</p> <p>2. Распечатка с заданиями для практических занятий: задачи, упражнения.</p> <p>3. Учебник: «Основы аналитической химии», Золотов Ю.А.</p>	<p>1. Распечатки с текстом вопросов для проведения устного опроса.</p>	<p>1. Компьютер</p> <p>2. Проектор</p> <p>3. Принтер</p> <p>4. Лабораторная посуда</p> <p>5. Химические реактивы, необходимые для проведения лабораторных работ.</p> <p>6. Электронные весы</p> <p>7. Сушильный шкаф</p> <p>8. Хроматографические</p>

Темы и разделы дополнительной общеобразовательной программы	Учебно-методические пособия для педагогов	Учебно-методические пособия для детей	Диагностические и контрольные материалы	Средства обучения
	<p>4. Учебник: «Основы аналитической химии», Золотов Ю.А.</p> <p>5. Учебник: «Экстракция в анализе органических веществ», Коренман И.М.</p>			<p>колонки и ТСХ-пластины</p>
<p>Анализ реальных объектов</p>	<p>1. Презентации</p> <p>2. Конспекты занятий</p> <p>3. Учебник: «Экологическая аналитическая химия», Другов Ю.С.</p>	<p>1. Распечатка текстов ГОСТов по анализу реальных объектов.</p> <p>2. Распечатка с заданиями для практических занятий: задачи, упражнения.</p> <p>3. Учебник: «Экологическая аналитическая химия», Другов Ю.С.</p>	<p>1. Распечатки с текстом вопросов для проведения опросов</p>	<p>1. Компьютер</p> <p>2. Проектор</p> <p>3. Принтер</p> <p>4. Лабораторная посуда</p> <p>5. Химические реактивы, необходимые для проведения лабораторных работ.</p> <p>6. Фотоэлектроколориметр</p> <p>7. рН-метр</p> <p>8. Электроды для рН-метра</p>

Темы и разделы дополнительной общеобразовательной программы	Учебно-методические пособия для педагогов	Учебно-методические пособия для детей	Диагностические и контрольные материалы	Средства обучения
				9. Электронные весы
Исследовательские работы	<p>1. Учебно-методическое пособие: «Химический анализ объектов окружающей среды», Воронаев И.Г.</p> <p>2. Учебник: «Основы аналитической химии», Золотов Ю.А.</p> <p>3. Распечатки ГОСТов по химическому анализу воды и почвы.</p> <p>4. Учебник: «Экологическая аналитическая химия», Другов Ю.С.</p>	<p>1. Распечатки ГОСТов по химическому анализу воды и почвы.</p> <p>2. Учебник: «Экологическая аналитическая химия», Другов Ю.С.</p>		<p>1. Компьютер</p> <p>2. Проектор</p> <p>3. Принтер</p> <p>4. Лабораторная посуда</p> <p>5. Химические реактивы, необходимые для проведения лабораторных работ.</p> <p>6. Фотоэлектроколориметр</p> <p>7. рН-метр</p> <p>8. Электроды для рН-метра</p> <p>9. Хроматографические колонки</p> <p>10. Электронные весы</p> <p>11. Сушильный шкаф</p>

Список литературы

Литература для педагога

1. Лилич Л. С., Хрипун М. К. Растворы как химические системы: Донорно-акцепторное взаимодействие в растворах: Уч. пособ.-2-е изд //СПб.: Изд-во С.-Петербур. ун-та. – 2010.
2. Глинка Н. Л. Г54 Общая химия: учебное пособие. – 2012.
3. Хаускрофт К., Констебл Э. Современный курс общей химии. – М. : Мир, 2002. – Т. 1, 2.
4. Скуг Д. А., Уэст Д. М. Основы аналитической химии: Пер. с англ. – Мир, 1979.
5. Отто М. Современные методы аналитической химии: 3-е издание //Москва: Техносфера. – 2008.
6. Бок Р., Трофимова В. А. Методы разложения в аналитической химии. – 1984.
7. Моросанова С. А., Прохорова Г. В., Семеновская Е. Н. Методы анализа природных и промышленных объектов. – МГУ, 1988.
8. Коренман И. М. Экстракция в анализе органических веществ. – Химия, 1977.
9. Коренман И. М. Фотометрический анализ. – Рипол Классик, 2014.
10. Коренман Я. И. Практикум по аналитической химии. Анализ пищевых продуктов //учебное пособие для студ. вузов. – 2005. – №. 4. – С. 2005-232.
11. Ягодин Г. А. и др. Основы жидкостной экстракции. Под ред. ГА Ягодина. М //Химия. – 1981.

Литература для учащихся

1. Воронаев И.Г. Химический анализ объектов окружающей среды // Учебн. Пособие. СПб: Изд-во ГБНОУ СПбГДТЮ, 2015 – 109 с.
2. Лилич Л. С., Хрипун М. К. Растворы как химические системы //Учебн. Пособие. СПб.: Изд-во СПбГУ. – 2007.
3. Глинка Н. Л. Г54 Общая химия: учебное пособие. – 2012.
4. Скуг Д. А., Уэст Д. М. Основы аналитической химии: Пер. с англ. – Мир, 1979.
5. Золотов Ю. А., Иванов В. М., Амелин В. Г. Химические тест-методы анализа. – М : Едиториал УРСС, 2002.
6. Другов Ю. С., Родин А. А. Экологическая аналитическая химия //Уч. пособие для вузов. Изд. – 2002.
7. Москвин Л. Н., Царицына Л. Г. Методы разделения и концентрирования в аналитической химии. – Химия. Ленингр. отд-ние, 1991.