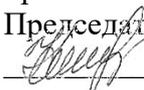


КОМИТЕТ ПО ОБРАЗОВАНИЮ АДМИНИСТРАЦИИ г. БРАТСКА  
МУНИЦИПАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ «ЛИЦЕЙ №2»

РЕКОМЕНДОВАНО  
внутренним экспертным  
советом МБОУ «Лицей №2»  
от «15» мая 2024 г.  
протокол № 4  
Председатель  
 /Н.А. Кучменко/

УТВЕРЖДЕНО  
Приказом директора  
МБОУ «Лицей №2»  
от «02» сентября 2024 г.  
№ 1/16  
Директор МБОУ Лицей №2»  
\_\_\_\_\_ /Ю.М. Кулешова /

**«ОСНОВЫ АНАЛИТИЧЕСКОЙ ХИМИИ.  
ХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА»**

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ОБЩЕРАЗВИВАЮЩАЯ  
ПРОГРАММА ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ

Срок реализации: 1 год

Возраст обучающихся: 16-17 лет

Автор-составитель:  
Лапина Светлана Федоровна, к.фарм.н.  
педагог дополнительного образования  
МБОУ «Лицей № 2» г. Братска

г. Братск, 2024 г.

## Пояснительная записка

### I. Основные характеристики образования:

Настоящая дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа разработана в соответствии с Концепцией проекта создания базовых школ РАН, которая была утверждена 13.05.2019 г.

Согласно Концепции, подготовка молодых кадров для отечественной науки требует целостного и системного подхода, начиная с уровня общего образования. Привлечение в общеобразовательные организации ученых научных центров и преподавателей вузов, обладающих фундаментальными научными знаниями, умениями экспериментальной и поисковой деятельности. Их участие в образовательной деятельности базовых школ РАН позволит выявлять и обучать способных, талантливых школьников, организовать их более основательную профильную и углубленную, а также предпрофессиональную подготовку для формирования будущих молодых ученых, осознанного выбора современных профессий в наукоемких отраслях экономики.

Актуальность данной программы обусловлена потребностью углубленного изучения разделов химической науки учащимися профильных классов (естественнонаучный профиль). В рамках данной программы обучающиеся базовой школы РАН получают новые возможности не только развития и совершенствования предметной области «Аналитическая химия», но и освоения современных методов научных исследований, оценки достоверности и значимости полученных результатов. Они научатся самостоятельно получать новые научные знания, осуществлять поисковую деятельность, решая проблемы химической науки под руководством ученых.

Нормативно-правовую базу разработки программы составляют:

- Федеральный закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ "Об образовании в Российской Федерации";
- СанПиН 2.4.4.3172-14 "Санитарно-эпидемиологическими требованиями к устройству, содержанию и организации режима работы образовательных организаций дополнительного образования детей", утвержденным Постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 04.07.2014 № 41;
- Письмо Минобрнауки РФ «Методические рекомендации по проектированию дополнительных общеразвивающих программ от 18 ноября 2015 г. №09-3242;
- Методические рекомендации по разработке и оформлению дополнительных общеразвивающих программ в организациях, осуществляющих образовательную деятельность в Иркутской области;
- Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам, утвержденный Приказом Минобрнауки России от 09.11.2018 № 196.

**Аналитическая химия** – наука, развивающая теоретические основы химического анализа веществ и материалов и разрабатывающая методы идентификации, обнаружения, разделения химических элементов и их соединений, а также методы установления химического строения веществ. Аналитическая химия играет ключевую роль в обеспечении устойчивого развития науки, производства, торговли и общества в целом, обеспечивая их

необходимой информацией о материальном мире. Об этом красноречиво свидетельствуют цифры: в мире ежегодно производится более 10 миллиардов анализов.

Важность информации о химическом составе и строении веществ трудно переоценить. Ее используют для обеспечения необходимого качества сырья и продукции различных отраслей промышленности, возможности управления технологическими процессами, решения актуальных вопросов в области здравоохранения и проч.

Химический анализ также является основным источником информации о состоянии объектов природной среды – анализ, при этом особое значение приобретает правильность определения большого количества химических ингредиентов, существующих в этих объектах. Многие из них имеют природное происхождение, всегда присутствуют в природных экосистемах и являются необходимыми для их нормального функционирования. В то же время очень большое количество неорганических и органических соединений входит в окружающую среду вследствие действия антропогенного фактора.

Идентификация компонентов и определение качественного состава вещества или смеси является предметом качественного анализа. Определение содержания (количества или концентрации) составных частей веществ – задача количественного анализа. Качественный анализ, обычно, предшествует количественному анализу, в тех случаях, когда состав анализируемого вещества приблизительно известен, сразу приступают к количественным измерениям.

**Основными целями** настоящей программы являются

- ознакомление учащихся с классическими и современными методами химического анализа различных объектов, создание условий для овладения школьниками практическими умениями и навыками выполнения практических работ, развитие у них интереса к научно-исследовательской деятельности;
- через активные формы организации деятельности детей вызвать интерес к изменениям природы и социума в результате взаимодействия человека и биосферы. Выявить возможности активного участия учащихся в природоохранных вопросах, способствовать формированию активной жизненной позиции в валеологических и экологических вопросах.
- владение навыками организации и участия в коллективной деятельности, конструктивное восприятие иных мнений и идей, учет индивидуальности партнеров по деятельности, объективное определение своего вклада в общий результат. Оценивание и корректировка своего поведения в окружающей среде, выполнение в практической деятельности и в повседневной жизни экологических требований.

**Задачи реализации программы:**

- овладение общими методами химического анализа, расширение кругозора в области естественных наук, как средства расширения политехнического кругозора;
- расширение возможностей применения знаний для решения конкретной исследовательской или проблемной задачи;
- развитие интересов и склонностей уч-ся, их творческой активности и мышления, формирование практического опыта школьников;
- формирование и развитие умений и навыков исследовательской деятельности;
- обеспечение условий для осуществления сознательного выбора последующей профессиональной подготовки;

- поиск информации в различных источниках и ее извлечение, выбор информации, критическое оценивание ее достоверности, перевод информации из одной знаковой системы в другую, выбор способов предоставления информации в зависимости от познавательной и коммуникативной ситуации, использование информационных ресурсов для обработки и представления результатов познавательной и практической деятельности;
- владение различными способами коммуникации (высказывание, монолог, диалог, дискуссия, полемика, групповая деятельность);
- определение собственного отношения к явлениям современной жизни, умение отстаивать свою позицию, формулировать свои взгляды, объективное оценивание своих учебных достижений, поведения, черт своей личности, определение своего вклада в общий результат, учет мнения других людей при определении собственной позиции и самооценке;
- начальная предпрофессиональная подготовка по специальности лаборант-химик.

Направленность программы – естественнонаучная. Уровень содержания программы – продвинутой. Уровень усвоения – профессионально-ориентированный.

Новизна программы состоит в выходе за рамки стандартной учебной программы, изучение основ теории в сочетании с лабораторным практикумом позволяет получить базовые сведения и навыки, необходимые для практического освоения методик анализа конкретных природных и технологических объектов.

В результате реализации программы учащиеся профильных классов будут:

**знать:** основные понятия и теоретические законы аналитической химии; основы статистической обработки результатов анализа; правила и приемы выполнения лабораторного химического эксперимента.

**уметь:** обоснованно осуществлять выбор метода и методики анализа; проводить качественный и количественный анализ вещества химическими методами; обрабатывать и представлять результаты анализа в соответствии с метрологическими требованиями; использовать справочную литературу по аналитической химии; обращаться с аналитическим оборудованием и мерной посудой.

**владеть:** техникой выполнения основных операций гравиметрического и титриметрического анализа; методиками отбора проб и подготовки образцов к анализу; методами расчета ионных равновесий в растворе, в том числе, кривых титрования; методами расчета результатов анализа; способностью применять на практике методы анализа и оценки лабораторных исследований.

Рекомендуемое количество часов на освоение дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программы – 135. Из них теоретических часов – 30, практической работы учащихся – 59 часов, лабораторных работ – 46 часов. Нормативный срок освоения программы – 8 месяцев.

Категория обучающихся: Программа рассчитана на учащихся МБОУ «Лицей № 2» 10 класса естественнонаучного профиля с углубленным изучением биологии и химии (16-17 лет). Количество обучающихся в группе определяется локальным нормативным актом лицея. Состав групп утверждается приказом директора МБОУ «Лицей № 2».

Сроки реализации: Программа рассчитана на один год обучения.

Формы и режим занятий: Программа реализуется 1 раз в неделю. Продолжительность занятий – 4,5 академических часа с двумя 10-минутными перерывами.

Программа включает в себя лекционные и практические занятия.

## II. Организационно-педагогические условия реализации образовательной программы:

Реализация программы предусмотрена в очной форме. Программа рассчитана на учащихся 10 класса естественнонаучного профиля МБОУ «Лицей № 2» с углубленным изучением химии и биологии.

Программа реализуется при поддержке Федерального государственного бюджетного учреждения высшего образования Братский государственный университет

В процессе освоения программы используются следующие образовательные технологии: технология проблемного обучения, проектная технология, электронное обучение и дистанционные образовательные технологии. Теоретические занятия проводятся в форме интерактивных лекций, практические занятия – в форме выполнения расчетных заданий и лабораторных работ исследовательского типа, подготовки и презентации проектов, организации дискуссий, конференций и др.

При выставлении итоговой оценки учащегося за прохождение программы учитываются оценки, полученные за выполнение практических и лабораторных работ, контрольных работ.

### Учебный план

№ п/п	Наименование раздела	Количество часов				Формы промежуточной аттестации
		Всего	Теория	Практика		
				ПЗ	ЛР	
1	Аналитическая химия и химический анализ	18	7,5	4	6,5	Педагогическое наблюдение, анализ результатов
2	Метрологические основы аналитической химии	27	9	18	0	Педагогическое наблюдение, анализ результатов
3	Отбор проб и подготовка вещества к анализу	20,5	2,5	9	9	Педагогическое наблюдение, анализ результатов
4	Качественный анализ катионов и анионов	27	2	11,5	13,5	Педагогическое наблюдение, анализ результатов
5	Количественный химический анализ	42,5	14,5	14,5	13,5	Педагогическое наблюдение, анализ результатов
Итого		135	35,5	57	42,5	

# **Тематическое содержание программного материала**

## **Раздел I. Аналитическая химия и химический анализ**

Аналитическая химия как наука: задачи аналитической химии, основные понятия аналитической химии: химический анализ, принцип анализа, метод анализа, методика анализа. Общая схема процесса анализа. Классификация методов анализа: по цели анализа, по объектам анализа, по величине навески и массе пробы. Аналитические признаки веществ и аналитические реакции: реакции образования окрашенных веществ, реакции с выделением или растворением осадка, реакции с выделением газов, реакции с образованием кристаллов характерной формы, реакции образования соединений, люминесцирующих в растворах, окрашивание пламени газовой горелки. Типы аналитических реагентов: специфические, селективные, групповые. Характеристика чувствительности аналитических реакций: предельное разбавление, предельная концентрация, минимальный объем предельно разбавленного раствора, открываемый минимум.

## **Раздел II. Метрологические основы аналитической химии**

Метрология – наука, изучающая методы измерения физических величин. Значащие цифры: точные и приближенные числовые значения, правила, используемые для определения значащих цифр. Вычисления в количественном анализе: точные вычисления, приближенные вычисления. Погрешности количественного анализа: абсолютная и относительная погрешности; классификация погрешностей по способу вычисления; систематические, случайные, промахи; численные характеристики погрешности – сходимость, воспроизводимость, точность.

## **Раздел III. Отбор проб и подготовка вещества к анализу**

Основные понятия: проба, представительная проба, генеральная проба, лабораторная проба, анализируемая проба, контрольная проба, аналитическая навеска, условия, учитываемые при отборе проб. Отбор проб газов: условия отбора, оборудование, используемое при отборе проб, метод продольных струй, метод поперечных сечений. Отбор проб жидкостей: посуда и оборудование, способы консервации проб, отбор проб гомогенных и гетерогенных жидкостей. Способы отбора проб твердых веществ, находящихся в виде целого (слиток, стержни и др.) или сыпучего продукта, расчет оптимальной массы пробы в зависимости от размера неоднородных частиц, методы измельчения, просеивания и сокращения пробы. Подготовка образца к анализу: высушивание образца, разложение образца, переводение пробы в раствор (мокрое разложение, сухое разложение).

## **Раздел IV. Качественный анализ катионов и анионов**

Общая характеристика химических методов качественного анализа. Аналитический сигнал. Основные методы качественного химического анализа: дробный и систематический анализ. Аналитическая классификация катионов по группам: сероводородная (сульфидная),

аммиачно-фосфатная, кислотно-основная. Аналитическая классификация анионов по группам: классификация, основанная на образовании м/р солей бария и серебра, классификация, основанная на окислительно-восстановительных свойствах.

## **Раздел V. Количественный химический анализ**

**Гравиметрический (весовой) анализ.** Сущность весового анализа. Методы проведения гравиметрического анализа. Метод осаждения, основные этапы. Форма осаждения, гравиметрическая форма. Требования к осадкам, выбор осадителя. Равновесие в системе осадок-раствор, правило произведения растворимости. Расчет количества осадителя. Влияние ионов, на растворимость осадка, содержащего ионы одноименные с осадком. Влияние посторонних электролитов на растворимость осадка («солевой эффект»). Влияние температуры и природы растворителя на растворимость осадка. Влияние концентрации ионов водорода на растворимость осадка. Условия образования аморфных и кристаллических осадков и их свойства.

### **Титриметрический анализ**

Общая характеристика титриметрического анализа. Требования к реакциям, применяемым в титриметрическом анализе. Способы приготовления титрованных растворов. Классификация методов титриметрического анализа: по типу используемой реакции, по способу титрования. Кривые титрования: монографические, билогарифмические, линейные, дифференциальные. точка эквивалентности (ТЭ), конечная точка титрования (КТТ). Вычисления в титриметрическом методе. Кислотно-основное титрование: ионная, ионно-хромофорная, хромофорная теория индикаторов; кривые титрования; буферное действие. Комплексометрическое, осадительное, окислительно-восстановительное титрование.

## **Контроль и оценка результатов освоения программы**

Освоение дополнительной общеобразовательной программы заканчивается итоговой аттестацией слушателей. Вид итоговой аттестация по дополнительной общеобразовательной программе – защита проектной или исследовательской работы. По результатам итогового аттестационного испытания выставляются отметки по пятибалльной системе: отлично, хорошо, удовлетворительно, неудовлетворительно.

Темы проектных работ разработаны на основе содержания программы (изученных разделов и тем). Примерная тематика следующая:

1. Биологическая и медицинская роль химических элементов
2. Влияние микроэлементов на организм растений
3. Исследование химического состава современных монет
4. Гигиенические свойства некоторых моющих средств
5. Исследование и оценка экологического состояния различных объектов окружающей среды (воды, воздуха, почвы)
6. Вещество из аптечки, или удивительные свойства перманганата калия
7. Домашняя химчистка
8. Химия в искусстве
9. Химия и жизнь
10. Экопространство—организация экологичной и безопасной окружающей среды: «Экосемья», «Экошкола», «Экомир» и др.

11. Исследование и оценка качества объектов окружающей среды (воды, воздуха, почвы, пищевых продуктов и др.)
12. Парфюмерия как элемент социальных отношений

### Паспорт комплекта оценочных средств

Предметы оценивания	Показатели оценки
<p>Умения и УУД:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– самостоятельно приобретать знания в области аналитической химии;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– проявляет устойчивый интерес к овладению методами качественного и количественного химического анализа для определения соединений органической и неорганической природы, активному их использованию для контроля состояния среды обитания;</li> <li>– формулирует проблему в области аналитической химии, определяет гипотезу, определяет актуальность проблемы;</li> <li>– анализирует ход работы, определяет перспективы, делает выводы;</li> <li>– создает полезный и востребованный продукт или получает новые знания в области аналитической химии;</li> <li>– готовность и потребность в продолжении образования в области аналитической химии.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– регулятивные действия;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– оформление работы отвечает требованиям;</li> <li>– ставит цель, планирует пути ее достижения;</li> <li>– грамотно представляет результаты исследования / проектной деятельности в области аналитической химии.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– коммуникативные действия.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– четко, точно и убедительно выступает с результатами проектной /исследовательской деятельности в области аналитической химии;</li> <li>– отвечает на вопросы по содержанию своей работы, обосновывает свою точку зрения.</li> </ul>
<p>Знания:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– предметные знания и способы действия.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– демонстрирует сформированность целостного представления об аналитической химии и ясного понимания взаимосвязи между общехимическими теоретическими концепциями и принципами химического анализа;</li> <li>– выбранные способы работы соответствуют цели и содержанию проектной / исследовательской работы;</li> <li>– тема проекта / исследования раскрыта полностью;</li> <li>– продукт проектной деятельности / гипотеза исследования соответствует требованиям качества;</li> <li>– использованы средства наглядности, технические средства при презентации итогов проектной / исследовательской работы.</li> </ul>

## Условия реализации программы

### 1. Минимально необходимые материалы и оборудование для реализации программы:

Лабораторное оборудование:

- дистиллятор (перегонный аппарат) для получения дистиллированной воды или бидистиллятор;
- нагревательные приборы и оборудование: электроплитка, сушильный шкаф, муфельная печь, баня водяная, баня песочная, колбонагреватель, термостат;
- весы лабораторные (технические, электронные, аналитические);
- стеклянная и фарфоровая посуда, применяемая в лабораторной практике;
- химические реактивы.

В случае необходимости реализации части дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программы в дистанционной форме на платформе Яндекс Телемост требуется наличие персонального компьютера (минимальное требование – одноядерный процессор 1 ГГц) с выходом в интернет; веб-камеры; аудиоколонок; микрофона.

### 2. Информационное обеспечение реализации программы:

Список использованной литературы:

1. Харитонов, Ю.Я. Аналитическая химия (аналитика). В 2 кн. Кн. 1. Общие теоретические основы. Качественный анализ: учебник для вузов / Ю.Я. Харитонов. – 4-е изд., стер. - Москва: Высшая школа, 2008. – 615 с
2. Харитонов, Ю.Я. Аналитическая химия (аналитика). В 2 кн. Кн. 2. Количественный анализ. Физико-химические (инструментальные) методы анализа: учебник для вузов / Ю.Я. Харитонов. – 4-е изд., стер. - Москва: Высшая школа, 2008. – Ю.Я. Харитонов. – 4-е изд., стер. - Москва: Высшая школа, 2008. – 559 с.
3. Цитович, И.К. Курс аналитической химии: учебник для вузов / И. К. Цитович. - 9-е изд., стереотип. - Санкт-Петербург: Лань, 2007. - 496 с.
4. Тикунова, И.В. Практикум по аналитической химии и физико-химическим методам анализа: учеб. пособие для вузов / И. В. Тикунова, Н. А. Шаповалов, А. И. Артеменко. - Москва: Высшая школа, 2006. - 208 с.
5. Основы аналитической химии. Практическое руководство: учебное пособие для вузов / Под ред. Ю. А. Золотова. - 2-е изд., испр. - М.: Высшая школа, 2003. - 463 с.
6. Лурье, Ю.Ю. Справочник по аналитической химии [Текст]: справочное издание / Ю. Ю. Лурье. - 6-е изд., перераб. и доп., репринт. - Москва: Альянс, 2013. - 448 с.

Список рекомендованной литературы:

7. Аналитическая химия: учебное пособие / А.И. Апарнев, Т.П. Александрова, А.А. Казакова, О.В. Карунина ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Новосибирский государственный технический университет. - Новосибирск: НГТУ, 2015. - 92 с.: схем., табл. - Библиогр.: с. 86-87 - ISBN 978-5-7782-2710- ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=438291>

8. Основы аналитической химии. Химические методы анализа: учебное пособие / И.Н. Мовчан, Р.Г. Романова, Т.С. Горбунова, И.И. Евгеньева; Министерство образования и науки России, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет». - Казань: КНИТУ, 2012. - 195 с.: ил., табл., схем. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-7882-1216-6; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=259000>
9. Лапина, С.Ф. Качественный анализ катионов и анионов: лабораторный практикум по аналитической химии / С. Ф. Лапина. - Братск: БрГУ, 2013. - 68 с.
10. Лапина, С.Ф. Гравиметрический (весовой) анализ: методические указания к выполнению лабораторных работ / С. Ф. Лапина. - Братск: БрГУ, 2014. - 38 с.
11. Лапина, С.Ф. Титриметрический анализ (кислотно-основное титрование): методические указания к выполнению лабораторных работ / С. Ф. Лапина. - Братск: БрГУ, 2015. - 48 с.

### **3. Кадровое обеспечение реализации программы.**

Реализация дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программы обеспечивается научными или педагогическими кадрами:

- имеющими высшее образование (специалитет, магистратура), направленность (профиль) которого соответствует направленности программы;
- имеющими ученую степень кандидата наук или являющимися соискателями ученой степени.