

Департамент образования администрации Города Томска

Муниципальное автономное общеобразовательное учреждение
лицей № 8 имени Н.Н. Рукавишникова г.Томска

«СОГЛАСОВАНО»

на заседании научно
методического совета

Протокол № 8 от 29.08.2024г.

Руководитель МС

_____ / Бурцева Е.В.

«УТВЕРЖДЕНО»

Директор Муниципального автономного
общеобразовательного учреждения лицей №8
имени Н.Н. Рукавишникова г. Томска

Приказ № 276 от 30.08.2024г.

_____ / Чолокоглы А.О.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ОБЩЕРАЗВИВАЮЩАЯ ПРОГРАММА

«Физико-химические методы исследования в экологии»

Направленность: естественно-научная

Уровень: базовый

Возраст учащихся: 14 –16 лет

Срок реализации: 2 года

Форма обучения: очная

Вид программы: модифицированная

Автор-составитель:

Козлова Виктория Васильевна,
учитель химии

Томск - 2024

Содержание

Нормативно-правовая база

Раздел 1. «Комплекс основных характеристик образования: объем, содержание, планируемые результаты».

1.1. Пояснительная записка программы

- Направленность
- Новизна, актуальность, педагогическая целесообразность.
- Формы обучения
- Режим занятий
- Особенности организации образовательного процесса

1.2. Цель и задачи программы.

1.3. Учебный план.

1.4. Содержание программы.

1.5. Планируемые результаты.

Раздел 2. «Комплекс организационно-педагогических условий, включающий формы аттестации».

2.1. Календарный учебный график.

2.2. Раздел программы «Воспитание»

2.3. Условия реализации программы

2.4. Формы аттестации.

2.5. Оценочные материалы.

2.6. Методические материалы. Список литературы.

НОРМАТИВНО-ПРАВОВАЯ БАЗА

1. Федеральный Закон от 29.12.2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации».
2. Федеральный Закон от 13.07.2020 г. № 189-ФЗ «О государственном (муниципальном) социальном заказе на оказание государственных (муниципальных) услуг в социальной сфере».
3. Федеральный проект «Успех каждого ребенка» утвержден приказом Министерства просвещения РФ от 03.09.2019 г. № 467 «Об утверждении Целевой модели развития региональных систем дополнительного образования детей».
4. Стратегия развития воспитания в РФ на период до 2025 года (распоряжение Правительства РФ от 29 мая 2015 г. № 996-р).
5. «Концепция развития дополнительного образования детей до 2030 года» утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 31 марта 2022 г. № 678-р.
6. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 28 сентября 2020г. № 28 «Об утверждении санитарных правил СП 2.4.3648-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи».
7. Приказ Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 22.09.2021 № 652н «Об утверждении профессионального стандарта «Педагог дополнительного образования детей и взрослых».
8. Приказ Минпросвещения России от 27.07.2022 N 629 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам».
9. Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 03.09.2019 № 467 «Об утверждении Целевой модели развития региональных систем дополнительного образования детей».
10. Письмо Минобрнауки России от 18.11.2015 № 09-3242 «О направлении информации» (вместе с «Методическими рекомендациями по проектированию дополнительных общеразвивающих программ (включая разноуровневые программы)»).
11. Письмо Минобрнауки России от 28.08.2015 № АК-2563/05 «О методических рекомендациях» (вместе с «Методическими рекомендациями по организации образовательной деятельности с использованием сетевых форм реализации образовательных программ»).

12. Письмо Минобрнауки России от 29.03.2016 № ВК-641/09 «О направлении методических рекомендаций» (вместе с «Методическими рекомендациями по реализации адаптированных дополнительных общеобразовательных программ, способствующих социально-психологической реабилитации, профессиональному самоопределению детей с ограниченными возможностями здоровья, включая детей-инвалидов, с учетом их особых образовательных потребностей»).
13. Приказ Департамента общего образования Томской области от 24.02.2021 №7 «Об утверждении ведомственной целевой программы Томской области «Обеспечение получения дошкольного, начального общего, основного общего, среднего общего образования, создание условий для дополнительного образования детей, содействие развитию системы общего образования и дополнительного образования детей, в том числе кадрового потенциала»
14. Распоряжение Департамента общего образования Томской области от 20.04.2023 № 603 «О развитии в системе общего образования Томской области Целевой модели развития региональных систем дополнительного образования детей Томской области с использованием механизмов, предусмотренных Федеральным законом от 13 июля 2020г. № 189=ФЗ «О государственном муниципальном социальном заказе на оказание государственных (муниципальных) услуг в социальной сфере»
15. Рабочая программа воспитания МАОУ лицей №8 имени Н.Н. Рукавишников г.Томска на период до 2025 года

РАЗДЕЛ 1. КОМПЛЕКС ОСНОВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ОБРАЗОВАНИЯ: ОБЪЕМ, СОДЕРЖАНИЕ, ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

1.1. Пояснительная записка

Направленность образовательной программы дополнительного образования детей «Физико-химические методы исследования в экологии» — естественно-научная.

1.2. Новизна, актуальность, педагогическая целесообразность

Программа общеразвивающего курса «Физико-химические методы исследования в экологии» ориентирована на удовлетворение любознательности и развитие исследовательских

навыков учащихся 8 – 10 классов и рассчитана на 68 часов в год (всего 136 часов за два года обучения).

Актуальность программы состоит в том, что, дополняя и развивая школьный базовый компонент, курс является информационной поддержкой для учащихся, открывает широкие возможности для химического и физического эксперимента. В современном образовательном процессе всё отчётливее проявляется возрастающая роль исследовательского метода в обучении - он позволяет значительно эффективнее решать задачи развития творческих способностей учащихся, укрепления интереса к предмету.

Новизна. Навыки исследовательского подхода к выполнению проблемных ситуаций не только оказывают учителю методическую помощь в организации целенаправленной работы учащихся по усвоению элементарных приёмов работы в лаборатории, но и помогают учащимся овладевать доступными для них методами исследования физико-химических процессов, определенно помогает добиться сильнейшего педагогического эффекта. Известный российский психолог С. Л. Рубинштейн писал, что мышление – это, по существу, познание, приводящее к решению встающих перед человеком проблем или задач. Процесс решения задач обеспечивает закрепление теоретических знаний, учит творчески применять их в новой ситуации. Решение сложных и нестандартных задач способствует самореализации учащегося.

Содержание данного курса имеет интегрированный характер. Оно основано на расширении химических, физических знаний и практических навыков, учащихся с привлечением адаптированных для ученика фундаментальных теоретических основ других предметов: биологии, экологии, математики. Деятельность учащихся направлена на исследование таких важных для жизни человека объектов, как гидросфера, атмосфера, литосфера, продукты питания и др.

Широкий спектр рассматриваемых в курсе вопросов позволяет рассматривать курс как основу для выстраивания индивидуального маршрута исследований учащихся, целью которых является расширение знаний в области химии, физики, экологии. в том числе обогащения практических навыков и расширения научного кругозора.

Содержание курса ориентировано на практику, которой предшествуют теоретические основы данной проблемы и имеет региональную направленность, что делает его личностно значимым для каждого ученика.

Отличительные особенности программы

Программа направлена на углубленное изучение физико-химических методов исследования в экологии, индивидуальную подготовку к поступлению на соответствующие факультеты вузов, кроме этого, программа рассчитана на обучающихся, хорошо владеющих базовыми знаниями по химии, физике, математике, биологии.

Объединение учащихся в группы по интересам создает возможность перехода от информационно-объяснительного к деятельному обучению, способствует развитию способностей личности.

Педагогическая целесообразность такого подхода заключается в том, что дети приобретают умение оценивать окружающий их мир как динамически развивающийся, учатся делать выбор между моделями явлений, в конечном счете, приобретают навык синтетического мышления и активного отношения к окружающему миру, в том числе к получаемой информации.

Форма обучения – очная («допускается сочетание различных форм получения образования и форм обучения» ФЗ № 273, г.2, ст.17, п.4).

Режим занятий Срок реализации общеобразовательной программы - 2 учебных года.

Занятия проводятся 1 раз в неделю, продолжительность занятий 2 часа.

Особенности организации образовательного процесса

Количество детей в группе — 12 человек. Группы: одновозрастные и разновозрастные. Состав группы: постоянный. Занятия: групповые и индивидуальные.

Формы занятий разнообразные: фронтальные занятия (лекция, беседа, семинар), индивидуальные и групповые консультационные занятия по индивидуальным планам выполнения творческих работ и проектов, групповые практические и лабораторные работы, открытые занятия.

Разработка исследовательских проектов, решение задач, предложенных на интеллектуальных турнирах, выполнение лабораторных и практических работ осуществляются слушателями индивидуально или группами по 2–3 человека с обсуждением промежуточных и окончательных результатов всем коллективом слушателей.

Учащиеся принимают участие в научно-популярных лекциях, посещают научно-исследовательские организации.

1.3. Цель и задачи программы

Цель — подготовка обучающихся к парадоксальным ситуациям в окружающем мире через формирование у них интеллектуальной и операционной готовности к производственному

и бытовому применению фундаментальных знаний о природе. Получение информации об окружающей среде через создание нестандартных ситуаций исследования, активизирующих познавательную деятельность учащихся и развивающих интеллектуальные и творческие способности в процессе поиска решения поставленной проблемы. Ознакомить учащихся с современными физико-химическими методами исследований и анализа объектов окружающей среды - воздуха, вод, почв, живых организмов.

Задачи программы:

Образовательные (предметные)

- рассмотреть теоретические основы современных физико-химических методов, используемых в экологических исследованиях;
- изучить общие лабораторные и специальные методы исследования объектов окружающей среды;
- рассмотреть принципы работы современной аналитической аппаратуры;
- обучить основам постановки эксперимента и обработки материалов исследования;
- ознакомить с особенностями анализа реальных объектов окружающей среды;
- дать детям понимание того, что неожиданные задачи при правильном на них реагировании решаются самыми обычными методами;
- обеспечить профессиональную ориентацию детей, проявивших интерес к естественным и техническим наукам;

Личностные

- воспитать у детей самостоятельность в выборе задач для исследования, путей их решения;
- сформировать умение ставить перед собой проблему, сравнивать и выбирать информационный материал;

Метапредметные

- научиться переводить знания, умения и навыки, полученные при изучении предметов на уровень исследовательской деятельности;
- обучить учащихся осознавать смысл и результат знаний, добытых исследовательским путём;
- научиться оценивать свои действия в процессе решения задачи и выбирать рациональные способы решения;
- сформировать практические умения и навыки работы с лабораторным оборудованием и реактивами как средства расширения политехнического кругозора;

- обучить учащихся алгоритмам выполнения, написания и защиты исследовательской работы.

1.4. Учебный план

№ п/п	Название раздела, темы	Количество часов			Формы аттестации/ контроля	
		Всего	Теория	Практика	Самосто- ятельная работа	КСР
1.	Тема 1. Введение. Общая характеристика физико-химических методов анализа.	12	6	6	-	-
2.	Тема 2. Физико-химическая характеристика макромолекул	15	8	4	3	-
3.	Тема 3. Методы непосредственного наблюдения	17	6	6	3	2
4.	Тема 4. Хроматография	25	10	10	5	-
5.	Тема 5. Электрофорез	19	8	6	4	1
6.	Тема 6. Спектроскопические методы	17	8	6	3	-
7.	Тема 7. Центрифугирование	12	7	5	-	-
8.	Тема 8. Прочие физико-химические методы анализа	19	8	6	4	1
ВСЕГО часов		136	61	49	22	4

1.5. Содержание программы

Тема 1. Введение. Общая характеристика физико-химических методов анализа.

Предмет и задачи курса. Место и роль современных физико-химических методов исследования в современной экологии. Принципы классификации физико-химических методов анализа. Методы непосредственного наблюдения. Методы разделения и идентификации веществ. Гидродинамические методы. Спектроскопические методы. Общие лабораторные методы. Иные методы анализа. Чувствительность методов. Виды, источники и характеристики погрешностей. Математическая обработка результатов измерений и экспериментов.

Практические работы:

Практическая работа №1 «Перегонка. Разделение жидких смесей».

Практическая работа №2 «Разделение жидкой смеси методом экстракции».

Практическая работа №3 «Очистка йода методом возгонки».

Тема 2. Физико-химическая характеристика макромолекул.

Размеры молекул. Органические кислоты. Классификация кислот: окси- и кетоислоты, моно-, ди- и трикарбоновые кислоты. Особенности выделения и идентификации органических кислот. Общая характеристика аминокислот. Заряд молекулы. Полярные и неполярные аминокислоты. Полипептидные и полинуклеотидные цепи. Связи, обуславливающие взаимодействие аминокислот в белках. Пептидная связь.

Липиды. Общая характеристика. Классификация липидов. Экстракция и методы определения качественного и количественного состава липидов. Углеводы. Общая характеристика. Классификация углеводов. Выделение растворимых и нерастворимых углеводов из проб. Фракционирование углеводов. Методы определения содержания свободных моносахаридов, олигосахаридов, запасных и структурных полисахаридов.

Нуклеиновые кислоты. Компоненты нуклеиновых кислот. Азотистые основания, нуклеозиды, нуклеотиды. Связи, возникающие в полинуклеотидной цепи. Первичная, вторичная, третичные структуры белков и нуклеиновых кислот. Нативная и денатурированная структура биополимера. Переход спираль-клубок. Детергенты. Ренатурация, диссоциация и реассоциация. Гибридные молекулы. Линейные и циклические полинуклеотидные молекулы.

Низкомолекулярные органические вещества: флавоноиды, алкалоиды, терпеноиды. Минеральные вещества. Методы извлечения и определения отдельных компонентов.

Практические работы:

Практическая работа №4 «Возгонка».

Практическая работа №5 «Аминокислоты. Белки».

Практическая работа №6 «Экстракция липидов из биологического материала».

Для применения тех или иных методов физико-химического исследования в экологии необходимо знать физические и химические свойства высокомолекулярных и низкомолекулярных веществ, таких как органические кислоты, липиды, углеводы, нуклеиновые кислоты, алкалоиды, терпеноиды и т.д.

Тема 3. Методы непосредственного наблюдения

Оптическая микроскопия. Основы теории микроскопии. Темнопольная, фазово-контрастная, интерференционная, поляризационная микроскопия. Люминесцентная и флуоресцентная микроскопия. Конфокальная микроскопия.

Электронная микроскопия. Принцип действия электронного микроскопа. Подготовка образцов. Контрастирование. Трансмиссионная и сканирующая микроскопия. Зондовая микроскопия. Возможности разных видов микроскопии и сферы их применения. Цито- и гистохимические микроскопические исследования. Исследование локализации веществ в клетке. Микроскопические подходы в изучении структурной организации клеток и тканей.

Практические работы:

Практическая работа №7 «Современная микроскопия в исследовании материалов».

Практическая работа №8 «Электронная микроскопия в исследовании биологических объектов».

Практическая работа №9 «Микроскопическое исследование структурной организации тканей».

Методы непосредственного наблюдения применяются в экологии для облегчения выявления и более точного количественного учета бактерий и других микроорганизмов в естественных субстратах и в первую очередь в воде или почве, используя различные флуоресцирующие красители. Методы флуоресцентной микроскопии применяют давно. Так, например, метод учета бактерий с помощью флуоресцеин-изотиоцианата (fluorescein isothiocyanate, FITC), описанный в 1970 г., используют до сих пор.

Тема 4. Хроматография

История развития хроматографии. Классификация хроматографических методов по агрегатному состоянию фаз, по технике выполнения, по механизму взаимодействия сорбента и сорбата, по цели хроматографического процесса, в зависимости от способа проведения хроматографического процесса.

Физико-химические основы хроматографического процесса. Теория теоретических тарелок и кинетическая теория хроматографии. Факторы, влияющие на селективность и эффективность разделения. Хроматографический пик и его характеристики. Основные хроматографические параметры: время и объем удерживания. Коэффициент удерживания. Коэффициент емкости. Коэффициент селективности. Анализ и методы расчета хроматограмм. Качественный и количественный анализ.

Газовая хроматография. Классификация методов газовой хроматографии. Неподвижные фазы, способы их получения и подготовки. Классификация носителей в газожидкостной

хроматографии. Характеристики неподвижных жидких фаз. Особенности газовых хроматографов. Способы введения жидких и газовых проб. Детекторы, общие требования и основные характеристики. Неионизационные и ионизационные детекторы: принцип работы, детектируемые вещества, пределы обнаружения. Способы концентрирования микропримесей из воздуха, вод и почв.

Жидкостная хроматография. Особенности и классификация разновидностей метода. Принципиальная схема жидкостного хроматографа. Принципы детектирования в жидкостной хроматографии. Фотометрический, флуоресцентный, рефрактометрический и электрохимические детекторы. *Распределительная (жидкость-жидкостная) хроматография*. Сущность метода. Неподвижные фазы: иммобилизованные жидкости и химически закрепленные обращенные и нормальные фазы. Подвижные фазы, элюирующая сила подвижной фазы. Применение распределительной жидкостной хроматографии при анализе объектов окружающей среды. *Адсорбционная жидкостная хроматография*. Нормально-фазовая (НФХ) и обращенно-фазовая (ОФХ) хроматографии. Неподвижные и подвижные фазы. Классификация растворителей. *Ионная хроматография*. Классические и высокоэффективные методы. Неподвижные фазы, требования, предъявляемые к ним. Классификация ионообменников. Селективность ионного обмена. *Гель-хроматография*. Молекулярная эксклюзия. Неподвижные фазы. Подвижные фазы. Применение гель-хроматографии. *Бумажная и тонкослойная распределительная хроматография*. Возможности, преимущества, недостатки. Неподвижные и подвижные фазы. Нанесение пробы и получение хроматограмм. Детектирование. Коэффициент удерживания и коэффициент емкости. Применение тонкослойной хроматографии.

Практические работы:

Практическая работа №10 «Определение углеводов методом тонкослойной хроматографии».

Практическая работа №11 «Количественное определение аминокислот методом хроматографии на бумаге».

Практическая работа №12 «Анализ многокомпонентной смеси углеводов методом газо-жидкостной хроматографии».

Практическая работа №13 «Определение пестицидов в воде методом высокоэффективной жидкостной хроматографии».

Хроматографические методы находят с каждым годом все большее **применение** в анализе и мониторинге **токсикантов в окружающей среде**. С помощью тонкослойной хроматографии

определяют **пестициды и продукты их метаболизма в почвах**, грязевых шламмах и почвенных водах, а также в питьевой воде и водах минеральных источников. Метод ВЭЖХ в последние годы считается одним из наиболее важных в **определении следовых количеств пестицидов и полиароматических углеводородов, в анализе пищевых продуктов и фармацевтических препаратов**. В отличие от газовой хроматографии этот метод используется для анализа термически нестойких, нелетучих или очень полярных соединений. Широко используется также сочетание тонкослойной хроматографии с ВЭЖХ. Например, такой прием применяют при анализе сточных вод.

Тема 5. Электрофорез

Теория электрофореза. Виды электрофореза: с подвижной границей, зональный, непрерывный. Низковольтный и высоковольтный электрофорез. Оборудование для электрофореза. Электрофорез на бумаге, гель-электрофорез. Типы используемых гелей: полиакриламидный, агарозный, крахмальный. Область применения разных гелей. Использование электрофореза для разделения и идентификации белков и нуклеиновых кислот. Определение молекулярной массы биополимеров. Применение электрофореза для анализа множественных форм ферментов. Аналитический и препаративный электрофорез. Непрерывный электрофорез. Капиллярный электрофорез. Сущность метода. Электроосмотический поток и его использование для разделения веществ. Приборы для капиллярного электрофореза. Возможности метода.

Практические работы:

Практическая работа №14 «Фракционирование белков методом электрофореза в полиакриламидном геле».

Практическая работа №15 «Определение анионов в воде капиллярным электрофорезом».

В экологии электрофорез применяют для **изучения влияния абиотических и биотических факторов** окружающей среды на биохимические показатели обитающих в ней организмов. Электрофорез находит свое применение для **очистки воды** с целью удаления различных компонентов: гуминовых веществ, минеральных глинистых частиц, ПАВ, детергентов, окислов железа, водорослей, бактерий, эмульсий масел и других коллоидных загрязнений. Он может быть использован также для **доочистки бытовых сточных вод**, прошедших предварительно биологическую очистку.

Тема 6. Спектроскопические методы

Общая теория поглощения света молекулами. Абсорбционная спектроскопия. Энергетические уровни молекул и атомов. Хромофоры. Спектры поглощения молекул. Молярный коэффициент экстинкции. Закон Ламберта-Бэра. Оптическая плотность. UV-VIS спектроскопия. Инфракрасная спектроскопия. Использование спектроскопии в экологических и биологических исследованиях: определение концентрации веществ, изучение биохимических реакций, идентификация веществ путем спектральных измерений, исследование денатурации-ренатурации ДНК, исследование динамических свойств белков и т.д. Спектрофотометрические приборы. Фотоэлектрокалориметры. Спектрофотометры. Атомно-адсорбционные спектрометры. Флуоресцентная спектроскопия. Общая теория флуоресценции. Квантовый выход флуоресценции. Тушение флуоресценции. Резонансный перенос энергии. Приборы для измерения флуоресценции. Спектрофлуориметры. Флуоресцентные метки и зонды. Флуоресцентная микроскопия. Метод флуоресцирующих антител. Ядерный магнитный резонанс и электронный парамагнитный резонанс (ЯМР и ЭПР). Основы ЯМР и ЭПР. Фурье-спектроскопия ЯМР. Аппаратура для измерения ЯМР и ЭПР. ЯМР-спектрометры. Использование методов для получения информации о структуре биополимеров, о взаимодействии между молекулами и о молекулярном движении.

Практические работы:

Практическая работа №16 «Идентификация и количественное определение промышленных загрязнений органической и неорганической природы методом ИК-спектроскопии».

Практическая работа № 17 «Фотометрическое определение нитрит-ионов с реактивом Грисса».

Практическая работа №18 «Анализ биологических объектов флуоресцентной микроскопией».

В экологии существенную роль играет спектральный **анализ природных и сточных вод, почвы, атмосферы и других объектов окружающей среды**. Так, для практических целей при гигиенических исследованиях требуется информация обо всех компонентах, входящих, например, в анализируемую пробу загрязненного воздуха. При помощи спектроскопических методов анализа проводят мониторинг органических соединений в пробах загрязненной воды.

Тема 7. Центрифугирование

Теоретические основы метода. Центробежная и центростремительная силы. Седиментация. Основы теории седиментации. Скорость седиментации. Коэффициент седиментации. Масса и

форма молекул и седиментационные свойства. Седиментационное равновесие. Факторы, влияющие на седиментацию – концентрация, скорость и заряд молекулы. Центрифуги: аналитические и препаративные. Типы роторов. Методы центрифугирования: дифференциальное и в градиенте плотности. Зональное центрифугирование. Применение методов центрифугирования для выделения клеточных структур, фракционирования органических веществ, определения молекулярной массы макромолекул. Ультрацентрифугирование.

Практические работы:

Практическая работа №19 «Центрифугирование - процесс очистки сточных вод».

Практическая работа №20 «Фракционирование органических веществ методом центрифугирования».

Данный метод в **экологии** применяют обычно **при анализе вод**, которые содержат взвешенные вещества в количествах, превышающих 100 мг/л, с плотностью более 1 г/см.

Тема 8. Прочие физико-химические методы анализа

Пробоподготовка. Правила отбора проб. Подготовка образцов для биохимического и физиологического исследования. Фиксация, основные типы фиксаторов. Криосохранение. Высушивание образцов.

Способы гомогенизации свежего и фиксированного материала. Гомогенизаторы. Концентрирование растворов. Центрифугирование. Высаливание. Упаривание. Вакуумный ротационный испаритель. Лиофилизация. Диализ.

Электрометрия. рН-метрия. Принципы измерения рН. Устройство рН-метра. Типы электродов. Потенциометрические методы исследования химического состава и функций. Определение содержания минеральных веществ. Определение активности ферментов. Полярографические методы.

Газоаналитические методы. Оптико-акустические и инфракрасные газоанализаторы. Принципы измерения концентрации газов. Использование газометрии в решении биологических и экологических задач.

Метод «меченых» атомов. Изотопы, используемые в биологических исследованиях. Типы ядерных распадов: α - β - γ -распад. Период полураспада. Характеристика ^3H , ^{14}C , ^{32}P , ^{35}S , ^{40}K , ^{45}Ca .

Практические работы:

Практическая работа №21 «Подготовка образцов для биохимического и физиологического исследования».

Практическая работа №22 «Определение нитрат-ионов в техническом образце».

В экологии немаловажное значение имеет **пробоподготовка, соблюдение правил отбора проб, соответствующая подготовка образцов для биохимического и физиологического исследования**. Большое практическое значение имеют **потенциометрические методы определения pH** раствора со стеклянным и другими электродами, а также прямые потенциометрические определения концентрации (активности) других ионов с помощью ионоселективных электродов (ионометрия). Ионоселективные электроды на ионы Cu^{2+} , Ag^{2+} , Ag^+ , Ca^{2+} , Na^+ , K^+ , Cl^- , F^- , S^{2-} , NO_3^- и др. успешно применяют **в анализе различных растворов, объектов окружающей среды** и т.д. Во многих областях находит практическое применение кальциевый ионоселективный электрод. Помимо традиционного **анализа воды**, различных растворов большое практическое значение кальциевый электрод имеет в медико-биологических исследованиях, клинической медицине и т.п.

1.6. Планируемые результаты

Обучающиеся, освоившие программу «Физико-химические методы исследования в экологии», приобретают следующие личностные, метапредметные и предметные результаты:

Личностные результаты

- Умение обосновывать собственную позицию и представить аргументы в ее защиту.
- Умение оформлять результаты своей деятельности.
- Умение самостоятельно, или при консультационной поддержке педагога, извлекать и структурировать информацию из различных источников.
- Умение ориентироваться в содержании теоретических понятий предметной области (в пределах программы) и использовать их при выполнении исследовательских, поисковых, творческих заданий (в пределах программы определенного уровня).
- Выполнять задания по инструкции педагога.

Метапредметные результаты

- Умение осознавать мотивы образовательной деятельности, определять ее цели и задачи.
- Умение участвовать в обсуждении учебных, творческих проблем.
- Представлять продукты творческой деятельности на выставке, смотре, олимпиаде.
- Выступать с результатами своих работ и участвовать в анализе работ своих товарищей.
- Владеть разнообразными средствами творческой (поисковой, экспериментальной, исследовательской) работы.

Предметные результаты

После завершения работы по программе обучающиеся должны будут:

- показать знание основных теоретических положений химии, физики;
- раскрывать зависимость свойств веществ от их строения;
- решать типовые задачи;
- показать знания физико-химических методов исследования;
- использовать полученные знания, умения, навыки для выполнения самостоятельной творческой работы (проекты, буклеты, WEB-квесты, презентации и т.д.);
- проводить публичные выступления перед различными аудиториями.

В результате изучения дополнительной образовательной программы учащийся должен **знать:**

- теоретические основы современных физико-химических методов, используемых в экологических исследованиях;
- общие лабораторные и специальные методы исследования объектов окружающей среды;
- принципы работы современной аналитической аппаратуры;
- основы теории строения неорганических и органических веществ, основные типы и современную номенклатуру неорганических и органических соединений;
- особенности анализа реальных объектов окружающей среды.

уметь:

- решать расчетные задачи разных типов и уровней сложности;
- правильно применять основные понятия и законы химии, физики при решении нестандартных задач;
- применять знания физико-химического исследования при решении задач.

владеть:

- навыками самостоятельно работать с учебной и справочной литературой по химии;

- навыками решения расчетных и качественных задач, упражнений различных типов и уровней сложности;
- навыками мыслительного эксперимента, а также техникой экспериментальных исследований по обнаружению и разделению веществ;
- навыками и умениями, дающими возможность вести проектно-исследовательскую деятельность, успешно участвовать в олимпиадах и конкурсах интеллектуальной направленности.

Успешность выполнения работы оценивается по соответствию полученных экспериментальных результатов теоретическим представлениям и логической непротиворечивости сделанных по работе выводов.

Текущая и промежуточная проверка результатов осуществляется во время собеседования с педагогом на консультационных занятиях. Промежуточная проверка результатов может проходить в форме доклада на собрании объединения. По окончании тематических разделов проводятся защиты творческих работ.

Итоговая проверка результатов осуществляется в процессе участия в конференциях турнирах, олимпиадах.

Следует заметить, что формальные результаты выступлений слушателей на различных мероприятиях (грамоты, дипломы и т.п.) не должны быть оценкой успешности занятий ребенка в объединении. Само выступление на таком мероприятии — уже большое достижение слушателя.

РАЗДЕЛ 2. КОМПЛЕКС ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ, ВКЛЮЧАЮЩИЙ ФОРМЫ АТТЕСТАЦИИ

2.1 Календарный учебный график

№ п/п	Наименование разделов, тем	Количество часов				
		Всего	Теория	Практика	СР	КСР
	Тема 1. Введение. Общая характеристика физико-химических методов анализа.	12	6	6	-	-
1.1	Предмет и задачи курса. Место и роль современных физико-химических методов исследования в современной биологии, экологии и медицине.	1	1	-	-	-

1.2	Принципы классификации физико-химических методов анализа.	1	1	-	-	-
1.3	Методы непосредственного наблюдения. Методы разделения и идентификации веществ. Практическая работа №1 «Перегонка. Разделение жидких смесей». Практическая работа №2 «Разделение жидкой смеси методом экстракции». Практическая работа №3 «Очистка йода методом возгонки».	7	1	6	-	-
1.4	Спектроскопические методы.	1	1	-	-	-
1.5	Общие лабораторные методы.	1	1	-	-	-
1.6	Иные методы анализа. Чувствительность методов.	1	1	-	-	-
	Тема 2. Физико-химическая характеристика макромолекул.	15	8	4	3	-
2.1	Размеры молекул. Органические кислоты. Классификация кислот: окси- и кетоислоты, моно-, ди- и трикарбоновые кислоты. Особенности выделения и идентификации органических кислот. Практическая работа №4 «Возгонка».	3	2	1	-	-
2.2	Общая характеристика аминокислот. Заряд молекулы. Полярные и неполярные аминокислоты. Полипептидные и полинуклеотидные цепи. Связи, обуславливающие взаимодействие аминокислот в белках. Пептидная связь. Практическая работа №5 «Аминокислоты. Белки».	3	1	2	-	-
2.3	Липиды. Общая характеристика. Классификация липидов. Экстракция и методы определения качественного и количественного состава липидов. Практическая работа №6 «Экстракция липидов из биологического материала».	3	1	1	1	-
2.4	Углеводы. Общая характеристика. Классификация углеводов. Выделение растворимых и нерастворимых углеводов из проб. Фракционирование углеводов. Методы определения содержания свободных моносахаридов, олигосахаридов, запасных и структурных полисахаридов.	3	2	-	1	-
2.5	Нуклеиновые кислоты. Компоненты нуклеиновых кислот. Азотистые основания, нуклеозиды, нуклеотиды. Связи, возникающие в полинуклеотидной цепи.	2	1	-	1	-

	Первичная, вторичная, третичные структуры белков и нуклеиновых кислот. Нативная и денатурированная структура биополимера. Переход спираль-клубок. Дeterгенты. Ренатурация, диссоциация и реассоциация. Гибридные молекулы. Линейные и циклические полинуклеотидные молекулы.					
2.6	Низкомолекулярные органические вещества: флавоноиды, алкалоиды, терпеноиды. Минеральные вещества. Методы извлечения и определения отдельных компонентов.	1	1	-	-	-
	Тема 3. Методы непосредственного наблюдения.	17	6	6	3	2
3.1	Оптическая микроскопия. Основы теории микроскопии. Темнопольная, фазово-контрастная, интерференционная, поляризационная микроскопия. Люминесцентная и флуоресцентная микроскопия. Конфокальная микроскопия. Практическая работа №7 «Современная микроскопия в исследовании материалов».	6	2	2	1	1
3.2	Электронная микроскопия. Принцип действия электронного микроскопа. Подготовка образцов. Контрастирование. Трансмиссионная и сканирующая микроскопия. Зондовая микроскопия. Возможности разных видов микроскопии и сферы их применения. Практическая работа №8 «Электронная микроскопия в исследовании биологических объектов».	5	2	2	1	-
3.3	Цито- и гистохимические микроскопические исследования. Исследование локализации веществ в клетке. Микроскопические подходы в изучении структурной организации клеток и тканей. Практическая работа №9 «Микроскопическое исследование структурной организации тканей».	6	2	2	1	1
	Тема 4. Хроматография	25	10	10	5	-
4.1	История развития хроматографии. Классификация хроматографических методов по агрегатному состоянию фаз, по технике выполнения, по механизму взаимодействия сорбента и сорбата, по цели хроматографического процесса, в зависимости от способа проведения хроматографического процесса.	5	2	2	1	-

	Практическая работа №10 «Определение углеводов методом тонкослойной хроматографии».					
4.2	Физико-химические основы хроматографического процесса. Теория теоретических тарелок и кинетическая теория хроматографии. Факторы, влияющие на селективность и эффективность разделения. Хроматографический пик и его характеристики. Основные хроматографические параметры: время и объем удерживания. Коэффициент удерживания. Коэффициент емкости. Коэффициент селективности. Анализ и методы расчета хроматограмм. Качественный и количественный анализ. Практическая работа №11 «Количественное определение аминокислот методом хроматографии на бумаге».	4	2	2	-	-
4.3	Газовая хроматография. Классификация методов газовой хроматографии. Неподвижные фазы, способы их получения и подготовки. Классификация носителей в газожидкостной хроматографии. Характеристики неподвижных жидких фаз. Особенности газовых хроматографов. Способы введения жидких и газовых проб. Детекторы, общие требования и основные характеристики. Неионизационные и ионизационные детекторы: принцип работы, детектируемые вещества, пределы обнаружения. Способы концентрирования микропримесей из воздуха, вод и почв. Практическая работа №12 «Анализ многокомпонентной смеси углеводов методом газо-жидкостной хроматографии».	8	3	3	2	-
4.4	Жидкостная хроматография. Особенности и классификация разновидностей метода. Принципиальная схема жидкостного хроматографа. Принципы детектирования в жидкостной хроматографии. Фотометрический, флуоресцентный, рефрактометрический и электрохимические детекторы. <i>Распределительная (жидкость-жидкостная) хроматография.</i> Сущность метода. Неподвижные фазы: иммобилизованные жидкости и химически закрепленные обращенные и нормальные фазы. Подвижные фазы, элюирующая сила	8	3	3	2	-

	подвижной фазы. Применение распределительной жидкостной хроматографии при анализе объектов окружающей среды. <i>Адсорбционная жидкостная хроматография</i>. Нормально-фазовая (НФХ) и обращенно-фазовая (ОФХ) хроматографии. Неподвижные и подвижные фазы. Классификация растворителей. <i>Ионная хроматография</i>. Классические и высокоэффективные методы. Неподвижные фазы, требования, предъявляемые к ним. Классификация ионообменников. Селективность ионного обмена. <i>Гель-хроматография</i>. Молекулярная эксклюзия. Неподвижные фазы. Подвижные фазы. Применение гель-хроматографии. <i>Бумажная и тонкослойная распределительная хроматография</i>. Возможности, преимущества, недостатки. Неподвижные и подвижные фазы. Нанесение пробы и получение хроматограмм. Детектирование. Коэффициент удерживания и коэффициент емкости. Применение тонкослойной хроматографии. Практическая работа №13 «Определение пестицидов в воде методом высокоэффективной жидкостной хроматографии».					
	Тема 5. Электрофорез	19	8	6	4	1
5.1	Теория электрофореза. Виды электрофореза: с подвижной границей, зональный, непрерывный. Низковольтный и высоковольтный электрофорез. Оборудование для электрофореза.	1	1	-	-	-
5.2	Электрофорез на бумаге, гель-электрофорез. Типы используемых гелей: полиакриламидный, агарозный, крахмальный. Область применения разных гелей.	6	2	2	2	-
5.3	Использование электрофореза для разделения и идентификации белков и нуклеиновых кислот. Определение молекулярной массы биополимеров. Практическая работа №14 «Фракционирование белков методом электрофореза в полиакриламидном геле».	4	2	2	-	-
5.4	Применение электрофореза для анализа множественных форм ферментов.	2	1	-	1	-
5.5	Аналитический и препаративный электрофорез. Непрерывный электрофорез.	4	2	2	1	1

	Капиллярный электрофорез. Сущность метода. Электроосмотический поток и его использование для разделения веществ. Приборы для капиллярного электрофореза. Возможности метода. Практическая работа №15 «Определение анионов в воде капиллярным электрофорезом».					
	Тема 6. Спектроскопические методы	17	8	6	3	-
6.1	Общая теория поглощения света молекулами. Абсорбционная спектроскопия. Энергетические уровни молекул и атомов. Хромофоры. Спектры поглощения молекул. Молярный коэффициент экстинкции. Закон Ламберта-Бэра. Оптическая плотность.	1	1	-	-	-
6.2	Инфракрасная спектроскопия.	3	1	-	-	-
6.3	Использование спектроскопии в экологических и биологических исследованиях: определение концентрации веществ, изучение биохимических реакций, идентификация веществ путем спектральных измерений, исследование денатурации-ренатурации ДНК, исследование динамических свойств белков и т.д. Практическая работа №16 «Идентификация и количественное определение промышленных загрязнений органической и неорганической природы методом ИК-спектроскопии».	2	1	2	1	-
6.4	Спектрофотометрические приборы. Фотоэлектрокалориметры. Спектрофотометры. Атомно-адсорбционные спектрометры. Флуоресцентная спектроскопия. Практическая работа № 17 «Фотометрическое определение нитрит-ионов с реактивом Грисса».	5	2	2	1	-
6.5	Общая теория флуоресценции. Квантовый выход флуоресценции. Тушение флуоресценции. Резонансный перенос энергии. Приборы для измерения флуоресценции. Спектрофлуориметры. Флуоресцентные метки и зонды. Флуоресцентная микроскопия. Метод флуоресцирующих антител. Практическая работа №18 «Анализ биологических объектов флуоресцентной микроскопией».	5	2	2	1	-

6.6	Ядерный магнитный резонанс и электронный парамагнитный резонанс (ЯМР и ЭПР). Основы ЯМР и ЭПР. Фурье-спектроскопия ЯМР. Аппаратура для измерения ЯМР и ЭПР. ЯМР-спектрометры. Использование методов для получения информации о структуре биополимеров, о взаимодействии между молекулами и о молекулярном движении.	1	1	-	-	-
	Тема 7. Центрифугирование	12	7	5	-	-
7.1	Теоретические основы метода. Центробежная и центостремительная силы. Седиментация. Основы теории седиментации. Скорость седиментации. Коэффициент седиментации. Масса и форма молекул и седиментационные свойства. Седиментационное равновесие. Факторы, влияющие на седиментацию – концентрация, скорость и заряд молекулы.	2	2	-	-	-
7.2	Центрифуги: аналитические и препаративные. Типы роторов.	1	1	-	-	-
7.3	Методы центрифугирования: дифференциальное и в градиенте плотности. Зональное центрифугирование. Практическая работа №19 «Центрифугирование - процесс очистки сточных вод».	4	2	2	-	-
7.4	Применение методов центрифугирования для выделения клеточных структур, фракционирования органических веществ, определения молекулярной массы макромолекул. Практическая работа №20 «Фракционирование органических веществ методом центрифугирования».	4	1	3	-	-
7.5	Ультрацентрифугирование.	1	1	-	-	-
	Тема 8. Прочие физико-химические методы анализа	19	8	6	4	1
8.1	Пробоподготовка. Правила отбора проб. Подготовка образцов для биохимического и физиологического исследования. Фиксация, основные типы фиксаторов. Криосохранение. Высушивание образцов. Практическая работа №21 «Подготовка образцов для биохимического и физиологического исследования».	7	2	3	2	-
8.2	Способы гомогенизации свежего и фиксированного материала. Гомогенизаторы. Концентрирование растворов. Центрифугирование. Высаливание. Упаривание. Вакуумный ротационный испаритель. Лиофилизация. Диализ.	4	2	-	-	-

8.3	Электрометрия. рН-метрия. Принципы измерения рН. Устройство рН-метра. Типы электродов. Потенциометрические методы исследования химического состава и функций. Определение содержания минеральных веществ. Определение активности ферментов. Полярографические методы. Практическая работа №22 «Определение нитрат-ионов в техническом образце».	7	2	3	2	-
8.4	Газоаналитические методы. Оптико-акустические и инфракрасные газоанализаторы. Принципы измерения концентрации газов. Использование газометрии в решении биологических и экологических задач.	1	1	-	-	-
8.5	Метод «меченых» атомов. Изотопы, используемые в биологических исследованиях. Типы ядерных распадов: α - β - γ -распад. Период полураспада. Характеристика ^3H , ^{14}C , ^{32}P , ^{35}S , ^{40}K , ^{45}Ca .	2	1	-	-	1

2.2. Раздел программы «Воспитания»

Программа воспитания реализуется в единстве урочной и внеурочной деятельности, осуществляемой совместно с всеми участниками образовательных отношений, социальными партнерами.

Целевые ориентиры результатов воспитания.

Трудовое воспитание: уважающий труд, результаты своего труда, труда других людей; проявляющий интерес к практическому изучению профессий и труда различного рода, в том числе на основе применения предметных знаний; осознающий важность трудолюбия, обучения труду, накопления навыков трудовой деятельности на протяжении жизни для успешной профессиональной самореализации в российском обществе; выражающий готовность к осознанному выбору и построению индивидуальной траектории образования и жизненных планов с учётом личных и общественных интересов, потребностей.

Ценности научного познания: выражающий познавательные интересы в разных предметных областях с учётом индивидуальных интересов, способностей, достижений; ориентированный в деятельности на научные знания о природе и обществе, взаимосвязях человека с природной и социальной средой; развивающий навыки использования различных средств познания, накопления знаний о мире (языковая, читательская культура, деятельность в информационной, цифровой среде); демонстрирующий навыки наблюдений, накопления

фактов, осмысления опыта в естественнонаучной и гуманитарной областях познания, исследовательской деятельности.

№ п/п	Название события, мероприятия	Форма проведения	Практический результат и информационный продукт иллюстрирующий успешное достижение цели события
1.	Человек =Химия. Сказка? Реальность!	Выпуск газеты	В газете привести данные: о химическом составе человеческого организма, об избирательной токсичности некоторых химических элементов для человеческого организма, описываются симптомы отравления, о содержании полезных химических элементов в овощах и фруктах и их необходимом суточном потреблении,
2.	В гостях у волшебницы химии	Внеклассное мероприятие	Расширение кругозора школьников
3.	Слово о Химии	Внеклассное мероприятие	Формирование и развитие познавательного интереса учащихся к химии
4.	Турнир «Юные химики	Турнир	Активизация мыслительной деятельности учащихся
5.	Бал Химических Элементов	Неделя химии	Расширить и углубить химические знания учащихся, развивать у них интерес к химии, формировать умение работать в команде, пользоваться дополнительной литературой, активизация мыслительной деятельности учащихся.

2.3. Условия реализации программы

К условиям реализации программы относится характеристика следующих аспектов:

Материально-техническое обеспечение. Занятия кружка проводятся в кабинете химии, специально оборудованном для занятия. Кабинет оборудован интерактивной доской. Для проведения лабораторных работ наличие необходимого оборудования, реактивов, лабораторной посуды. Возможно дистанционное проведение занятий.

Перечень оборудования, инструментов и материалов, необходимых для реализации программы (в расчете на количество обучающихся)

№ п/п	Наименование	Количество
1.	Набор «Экознайка» для определения прозрачности, цветности и запаха воды	9
2.	Комплект для исследования состояния окружающей среды «Экознайка»	1

Информационное обеспечение

- Видеоклипы для лекций: «Тонкослойная хроматография красителя»; «Колоночная хроматография»; «Электрофорез»; «Гель-электрофорез»; «ВЭЖХ»; «ИК-спектроскопия»; «ЯМР»; «SDS-электрофорез»; «Тонкослойная хроматография»; «Тонкослойная и колоночная хроматография»; «УФ- и видимая спектроскопия».
- Презентации к лекциям: «Методы молекулярной биологии»; «Методы очистки белков. Ферменты»; «Общая характеристика физико-химических методов»; «Спектроскопия»; «Хроматография»; «Хроматографы».

Кадровое обеспечение. Занятия кружка проводит учитель химии, имеющий высшее (специальное) педагогическое образование по специальности: учитель химии и биологии.

2.4. Формы аттестации

Оценка образовательных результатов учащихся по дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программе носит вариативный характер. Инструменты оценки достижений учащихся способствуют росту их самооценки и познавательных интересов:

- участие в олимпиадах регионального и всероссийского уровня;
- участие в конференциях, конкурсах научных работ;
- тестовые, контрольные задания, включая вступительную и итоговую контрольные работы;
- решение проблемных задач; - педагогическая диагностика; - собеседование.

2.5. Методические материалы

Программа учебного предмета построена на основе учебно-тематического плана и календарно-тематического планирования, которые предполагают разработку преподавателем контрольных работ: вступительной, для текущего контроля и контроля на выходе. Основными видами деятельности являются информационно-рецептивная, репродуктивная и творческая.

Информационно-рецептивная деятельность учащихся предусматривает освоение учебной информации через рассказ педагога, беседу, самостоятельную работу с литературой. Репродуктивная деятельность учащихся направлена на овладение ими умениями и навыками через выполнение показанных педагогом приемов. Эта деятельность способствует знакомству с новым материалом.

Творческая деятельность предполагает самостоятельную или почти самостоятельную работу учащихся.

При обучении используются основные методы организации и осуществления учебно-познавательной работы, такие как словесные, наглядные, практические, индуктивные и проблемно-поисковые. Выбор методов (способов) обучения зависит от психофизиологических, возрастных особенностей детей, темы и формы занятий. При этом в процессе обучения все методы реализуются в теснейшей взаимосвязи.

Методика проведения занятий предполагает постоянное создание ситуаций успешности, радости от преодоления трудностей в освоении изучаемого материала и при выполнении самостоятельных работ. Этому способствуют совместные обсуждения полученных знаний, решенных проблем, создание положительной мотивации, актуализация интереса, олимпиады и рефлексии.

2.6. Список литературы

Основная

1. Храмов В. А. Аналитическая химия. 10-11 классы. - Волгоград: Учитель, 2007.
2. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа: в 2 т. / ред. А.А. Ищенко. – М.: Академия, Т.1. – 2010. – 352 с.; Т.2. – 2010. – 412 с.
3. Ширшина Н. В. Химия. Проектная деятельность учащихся. – Волгоград: Учитель, 2007.
4. Тяглова Е. В. Исследовательская деятельность учащихся по химии. – Москва: Глобус, 2007.
5. Бочарова С. В. Элективный курс. Химия в повседневной жизни. – Волгоград: Корифей, 2007.
6. Денисова В. Г. Химия. 9 класс. Сборник элективных курсов. – Волгоград: Учитель, 2007.
7. Фадеева Г. А. Химия и экология. 8-11 классы. – Волгоград: Учитель, 2003.

Дополнительная

1. Шустов С. Б., Шустова Л. В. Химия и экология. – Нижний Новгород, 1995.
2. Дорохова Е.Н. Аналитическая химия / Е.Н. Дорохова, Г.В. Прохорова. – М.: Высш. шк., 1991.

3. Остерман Л.А. Исследование биологических макромолекул электрофокусированием, иммуноэлектрофорезом и радиоизотопными методами / Л.А. Остерман. - М.: Наука, 1983. - 304 с.
4. Остерман Л.А. Методы исследования белков и нуклеиновых кислот: Электрофорез и ультрацентрифугирование / Л.А. Остерман. - М.: Наука, 1981. - 288 с.
5. Ахмедова Т. И., Фандо Р. А. Химия. 9 класс. – Москва: Илекса, 2006.
6. Тулина Н. И. Практикум по общей химии. 10-11 классы. – Волгоград: Учитель, 2006.
7. Винокурова Н. Ф. Лес и человек. 9 класс. – Москва: Дрофа, 2007.
8. Ширшина Н. В. Химия для гуманитариев. 10-11 классы. – Волгоград: Учитель, 2007.
9. Сабирова Т. В. Удивительный мир косметической химии. // Химия. Первое сентября. №2, 2008.
10. Глазкова О. В., Клеянкина М. К. О психолого-педагогических основах химического практикума // Химия в школе. №3, 1998.
11. Гальперин П. Я. Психология мышления и учение о поэтапном формировании умственных действий // Исследование мышления в советской психологии. – Москва: Изд-во АН СССР, 1966.
12. Аликберова Л. Ю. Сведения об экологии в химических задачах // Химия в школе, 2000, №6, с. 55-57.
13. Безуевская В. А. Химические задачи с экологическим содержанием // Химия в школе, 2000, №2, с. 59-61.

Литература для учащихся

Основная

1. Габриелян О. С., Лысова Г. Г. Химия. 11 класс. – Москва: Дрофа, 2005
2. Габриелян О. С., Маскаев Ф. Н., Пономарёв С. Ю., Теренин И. Химия. 10 класс. – Москва: Дрофа, 2005.
3. Хомченко Г.П. Химия для поступающих в ВУЗы. – М: Просвещение, 2001
4. Габриелян О. С., Остроумов И. Г., Остроумова Е. Е. Органическая химия в тестах, задачах, упражнениях. – М: Дрофа, 2003.
5. Габриелян О. С., Остроумов И. Г., Введенская А. Г. Общая химия в тестах, задачах, упражнениях. – М: Дрофа, 2004.
6. Назарова Л. И. Организация проектной деятельности по химии. – Волгоград: Корифей, 2007

7. Тяглова Е. В. Исследовательская деятельность учащихся по химии. – Москва: Глобус, 2007.
8. Кузьменко Н. Е., Ерёмин В. В., Попков В. А. – М.: Экзамен, 2000.

Дополнительная

1. Шамова М. О. Учимся решать расчётные задачи по химии. – Москва: Школьная пресса, 2003
2. Зубович Е. Н. Химия: Сборник задач с решениями. – Минск: Книжный дом, 2004.
3. Чередниченко И. П. Экология. Исследовательская деятельность учащихся – Волгоград: Учитель, 2008-09-03
4. Высоцкая М. В. Биология и экология: проектная деятельность учащихся. – Волгоград: Учитель, 2008.
5. Мансурова С. Е., Шклярова О. А. Здоровье человека и окружающая среда. – Москва: 5 за знания, 2006.
6. Тяглова Е. В. Исследовательская и проектная деятельность учащихся по биологии. – Москва: Глобус, 2008.

Интернет-ресурсы:

1. <http://www.protein.bio.msu.ru/biokhimiya/index.htm> - Интернет версия международного журнала по биохимии и биохимическим аспектам молекулярной биологии, биоорганической химии, микробиологии, иммунологии, физиологии и биомедицинских исследований. Статьи в pdf-формате.
2. <http://tusearch.blogspot.com> - Поиск электронных книг, публикаций, законов, ГОСТов на сайтах научных электронных библиотек. В поисковике отобраны лучшие библиотеки, в большинстве которых можно скачать материалы в полном объеме без регистрации. В список включены библиотеки иностранных университетов и научных организаций.
3. <http://elibrary.ru/defaultx.asp> - Научная электронная библиотека, крупнейший российский информационный портал в области науки, технологии, медицины и образования, содержащий рефераты и полные тексты более 12 млн научных статей и публикаций.
4. <http://6years.ru/index.php> - портал бесплатной медицинской информации, содержит большое количество книг, учебных пособий биохимической направленности.

5. <http://molbiol.ru/protocol/> - описание большого количества физико-химических и молекулярно-генетических методов.
6. <http://www.protocol-online.org/> - Сайт содержит хорошо структурированную коллекцию ссылок на протоколы методов (в основном, различных лабораторий). Имеется тематический форум.
7. http://www.donnu.edu.ua/chem/student/methodic/phys_methods/ - книга А.Н. Шендрика «Инструментальные методы исследования в биохимии».