

МУНИЦИПАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ «ЛИЦЕЙ № 67»

Рассмотрено на методическом  
объединении учителей  
естественнонаучного цикла  
«27» 03 2023г.  
Протокол № 4

Согласовано на педагогическом  
совете лица  
«28» 03 2023г.  
Протокол № 4

Утверждено



Дополнительная общеразвивающая общеобразовательная  
программа  
естественнонаучного направления  
«Экспериментальная лаборатория. Химия»  
Возраст обучающихся: 11-17 лет  
Срок реализации: 1 год

Составители программы: учитель биологии высшей категории  
Калинин Алексей Николаевич,

## Пояснительная записка

Рабочая программа курса «Практическая химия» предназначена для учащихся 10-11 классов химико-биологического профиля средней школы. Составлена на основе фундаментального ядра содержания общего образования, требований к результатам среднего общего образования, представленных в Федеральном государственном стандарте среднего общего образования второго поколения и дифференциации содержания с учетом образовательных потребностей, индивидуальных возможностей и способностей учащихся. За основу взято методическое пособие «Реализация образовательных программ по химии с использованием оборудования детского технопарка «Школьный кванториум» 10-11 классы (углублённый уровень). П.И.Беспалова, М., 2021 г.

Одна из основных идей Федерального государственного стандарта среднего общего образования (ФГОС СОО) состоит в обучении школьников научным методам познания. «Школьный кванториум» позволяет так организовать учебный процесс, чтобы ученики самостоятельно конструировали свои знания и умения, «обучать познавать мир». В естественных науках все теоретические знания являются результатом анализа и обобщения экспериментальных данных. **Эксперимент** — это единственно достоверный критерий истины знаний. Фактически, реализуя требования ФГОС СОО, мы должны следовать идее, сформулированной Д. И. Менделеевым: «... то образование, в котором нет этого соединения абстрактного с конкретным, где есть только перечисление узанных рецептов, не может быть почитаемо...»

Использование оборудования детского технопарка «Школьный кванториум» позволяет обучить школьников выявлять учебную проблему, разрешать её, выдвигая гипотезы и проверяя их экспериментально. Ученик получает новые знания, приобретает новые умения. Решение проблемной учебной экспериментальной задачи становится первым шагом на пути к подлинно научному исследованию.

### Цели и задачи:

Технопарк «Школьный кванториум» на базе общеобразовательных организаций создан с **целью** организации образовательной деятельности в сфере общего и дополнительного образования, которая будет направлена на создание условий для расширения со держания общего образования для развития у обучающихся естественно-научной, математической, информационной грамотности, формирования критического и креативного мышления, совершенствования навыков естественно-научной направленности, а также повышения качества образования.

#### Задачами являются:

- реализация основных общеобразовательных программ по учебным предметам естественно-научной направленности, в том числе в рамках внеурочной деятельности обучающихся;
- разработка и реализация разноуровневых дополнительных общеобразовательных программ естественно-научной направленности, а также иных программ, в том числе в каникулярный период;
- вовлечение обучающихся и педагогических работников в проектную деятельность;
- повышение профессионального мастерства педагогических работников «Школьного кванториума», реализующих основные и дополнительные общеобразовательные программы.

Создание «Школьного кванториума» на базе общеобразовательной организации предполагает использование приобретаемого оборудования, средств обучения и воспитания для углублённого освоения основных образовательных программ среднего общего образования, внеурочной деятельности, программ дополнительного образования, в том числе естественно-научной направленности.

Эксперимент является источником знаний и критерием достоверности в науке. Концепция современного образования подразумевает, что в учебном эксперименте ведущую роль должен занять самостоятельный исследовательский ученический эксперимент.

Современные экспериментальные исследования по химии уже трудно представить без использования не только аналоговых, но и цифровых измерительных приборов. В Федеральном государственном образовательном стандарте прописано, что одним из универсальных учебных действий, приобретаемых учащимися, должно стать умение «проведения опытов, простых экспериментальных исследований, прямых и косвенных измерений с использованием аналоговых и цифровых измерительных приборов».

Учебный эксперимент по химии, проводимый на традиционном оборудовании, без применения цифровых лабораторий, не может позволить в полной мере решить все задачи в современной школе. Это связано с рядом причин:

- традиционное школьное оборудование из-за ограничения технических возможностей не позволяет проводить многие количественные исследования;
- длительность проведения физических исследований не всегда согласуется с длительностью учебных занятий;
- возможность проведения многих исследований ограничивается требованиями техники безопасности и др.

Цифровая лаборатория полностью меняет методику и содержание экспериментальной деятельности и решает вышеперечисленные проблемы. Широкий спектр датчиков позволяет учащимся знакомиться с параметрами физического эксперимента не только на качественном, но и на количественном уровне. Цифровая лаборатория позволяет вести длительный эксперимент даже в отсутствие экспериментатора, а частота их измерений неподвластна человеческому восприятию.

В процессе формирования экспериментальных умений ученик обучается представлять информацию об исследовании в четырёх видах:

- в вербальном: описывать эксперимент, создавать словесную модель эксперимента, фиксировать внимание на измеряемых величинах, терминологии;
- в табличном: заполнять таблицы данных, лежащих в основе построения графиков (при этом у учащихся возникает первичное представление о масштабах величин);
- в графическом: строить графики по табличным данным, что даёт возможность перехода к выдвижению гипотез о характере зависимости между величинами (при этом учитель показывает преимущество в визуализации зависимостей между величинами, наглядность и многомерность);
- в виде математических уравнений: давать математическое описание взаимосвязи величин, математическое обобщение.

Переход от каждого этапа представления информации занимает довольно большой промежуток времени. В 8 классах этот процесс необходим, но в старших классах можно было бы это время потратить на решение более важных задач. В этом плане цифровые лаборатории существенно экономят в этом время. Это время можно потратить согласно ФГОС на формирование исследовательских умений учащихся, которые выражаются в следующих действиях:

- определение проблемы;
- постановка исследовательской задачи;
- планирование решения задачи;
- построение моделей;
- выдвижение гипотез;
- экспериментальная проверка гипотез;
- анализ данных экспериментов или наблюдений;
- формулирование выводов.

Последние годы у учащихся наблюдается низкая мотивация изучения естественно-научных дисциплин и, как следствие, падение качества образования.

В основу образовательной программы заложено применение цифровых лабораторий. Тематика предложенных экспериментов, количественных опытов соответствует структуре примерной образовательной программы по химии, содержанию Федерального государственного образовательного стандарта среднего (полного) общего образования.

### Нормативная база:

1. Федеральный закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ (ред. от 31.07.2020) «Об образовании в Российской Федерации» (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.09.2020) - URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_140174](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_140174)

2. Паспорт национального проекта «Образование» (утв. президиумом Совета при Президенте РФ по стратегическому развитию и национальным проектам, протокол от 24.12.2018 № 16) - URL: <https://login.consultant.ru/link?req=doc&base=LAW&n=319308&demo=1>

3. Государственная программа Российской Федерации «Развитие образования» (утверждена Постановлением Правительства РФ от 26.12.2017 № 1642 (ред. от 22.02.2021) «Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Развитие образования» - URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_286474](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_286474)

4. Профессиональный стандарт «Педагог (педагогическая деятельность в дошкольном, начальном общем, основном общем, среднем общем образовании), (воспитатель, учитель)» (ред. от 16.06.2019) (Приказ Министерства труда и социальной защиты РФ от 18 октября 2013 г. № 544н, с изменениями, внесёнными приказом Министерства труда и соцзащиты РФ от 25 декабря 2014г. № 1115н и от 5 августа 2016 г. № 422н) - URL: <http://профстандартпедагога.рф>

5. Федеральный государственный образовательный стандарт среднего общего образования (утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 17 мая 2012 г. № 413) (ред. 11.12.2020) - URL: <https://fgos.ru>

6. Методические рекомендации по созданию и функционированию детских технопарков «Кванториум» на базе общеобразовательных организаций (утверждены распоряжением Министерства просвещения Российской Федерации от 12 января 2021 г. № Р-4) - URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_374695/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_374695/)

7. Методического пособия Беспалова П.И. Реализация образовательных программ по химии с использованием оборудования детского технопарка «Школьный кванториум» 8 — 9 классы, Москва, 2021

## Общая характеристика курса

Предмет «Химия» входит в состав предметной области «Естествознание» и состоит из следующих разделов:

1. Методы научного познания.
2. Органическая химия.
3. Общая химия.
4. Неорганическая химия.
5. Роль химии в жизни человека.

Изучение предмета «Химия» может быть организовано на уровне среднего (полного) общего образования в следующих формах учебной деятельности.

1. Химический эксперимент является обязательной составной частью каждого из разделов данной программы.

Виды химического эксперимента:

1) демонстрационный эксперимент предназначен для иллюстрации изучаемого материала;  
2) практические занятия и лабораторные опыты формируют у обучающихся практические умения безопасного обращения с реактивами и приборами, умения обращаться с химической посудой и лабораторным оборудованием, использовать приобретённые знания и умения в исследовательской деятельности и повседневной жизни для безопасного обращения с веществами и материалами.

2. Проектная деятельность обучающихся включает:

- 1) работу с источниками химической информации;
- 2) аналитические обзоры информации по решению определённых научных, технологических, практических проблем;
- 3) овладение основами химического анализа;
- 4) овладение основами неорганического и органического синтеза.

Данная ОП обеспечивает сознательное усвоение учащимися важнейших химических законов, теорий и понятий; формирует представление о роли химии в развитии разнообразных отраслей производства; знакомит с веществами, окружающими человека. При этом основное внимание уделяется сущности химических реакций и методам их осуществления, а также способам защиты окружающей среды.

По сравнению с традиционным базовым курсом химии в 10—11 классах представленная ОП предусматривает лишь незначительное превышение уровня фактически по всем разделам, особенно связанным с биохимией, но основное внимание уделяется развитию личности школьника. Учебный материал отобран в соответствии с одной из основных задач курса — формирование целостного подхода к изучению окружающей природы. Решение данной задачи реализуется через организацию исследовательского, творческого типа деятельности учащихся на уроках.

ОП предусматривает реализацию глубоких и прочных межпредметных связей с биологией, экологией, физикой. Особое внимание уделяется биологической роли химических элементов, их соединений, процессам, протекающим в живой природе. Подробно рассматриваются разделы физической химии. Как условие формирования научного мировоззрения рассмотрены вопросы истории химии, истории фармации. Усилена гуманистическая направленность предмета

повышение роли химии в решении глобальных проблем человечества, рациональном использовании природных богатств, обогащении энергетических ресурсов, обеспечении населения продуктами питания, защите окружающей среды от загрязнения. Акцентировано внимание на вопросах, связанных с прикладной медициной, цитологией, токсикологией, охраной природы.

Курс химии 10 класса начинается с углубления и расширения знаний по современным представлениям о строении атома, природе и свойствах химической связи, по основам количественных расчётов в химии, по газовым законам, по способам выражения концентрации растворов, т. е. по тем темам, содержание которых определено предметными требованиями ФГОС ООО. Такое начало курса химии в 10 классе объясняется тем, что изучение органической химии может быть успешным только в том случае, если базируется на знаниях, которые учащиеся приобрели при изучении общей и

неорганической химии в 8—9 классах. Раздел «Органическая химия» в курсе 10 класса включает углублённое изучение углеводов, их функциональных и полифункциональных производных, кислородсодержащих соединений (до жиров включительно), а также аминов. Особое внимание уделяется взаимному влиянию атомов в молекулах, вопросам, связанным с механизмами химических реакций, раскрывается взаимосвязь между свойствами веществ и их строением.

В 11 классе учащиеся продолжают изучение органической химии, при этом внимание уделяется веществам, имеющим важное биологическое значение: углеводам, аминокислотам и белкам, гетероциклическим соединениям и нуклеиновым кислотам. Раздел «Органическая химия» завершается изучением синтетических высокомолекулярных соединений.

Следующий раздел курса химии 11 класса посвящён обобщению, углублению и расширению знания по общей химии. Подробно изучаются следующие вопросы общей химии: основные закономерности протекания химических процессов, в том числе электролиз, коррозия металлов и сплавов, способы защиты от коррозии. Курс 11 класса завершается изучением основ неорганической химии. Рассматриваются вопросы строения и свойств неорганических веществ.

Предлагаемая ОП предусматривает углублённое изучение важнейших теорий и законов химии, применения полученных учащимися знаний для объяснения многообразия химических явлений. Учебный предмет «Химия» формирует представления школьников о научно обоснованных правилах и нормах использования веществ, применения лекарственных, бытовых и иных химических препаратов. Усилена прикладная направленность курса химии.

Одним из основных принципов построения программы является доступность планируемого объёма знаний. Уделено большое внимание химическому эксперименту как основному методу формирования научного мировоззрения учащихся. Подходы, заложенные в содержание программы курса углублённого изучения химии в 10—11 медико-биологических классах, создают необходимые условия для системного усвоения учащимися основ науки, для обеспечения развивающего и воспитывающего воздействия обучения на личность учащегося. Формируемые знания должны стать основой системы убеждений школьника, центральным ядром его научного мировоззрения.

В курсе органической химии находит отражение важнейшая идея современной химии — идея зависимости свойств веществ от электронного и пространственного строения молекул, взаимосвязи органических и неорганических веществ различных классов. В программе нашли отражение вопросы, касающиеся механизмов химических реакций. Рассматриваются наиболее распространённые, хорошо изученные и доступные для понимания радикальные и ионные механизмы реакций. На примере органических соединений из различных классов рассматривается явление оптической изомерии. Большое внимание уделяется установлению генетической взаимосвязи между классами органических веществ. Задача курса химии 11 класса — выявить общие подходы к изучению неорганических и органических веществ, обобщить и углубить теоретические знания учащихся, совершенствовать умение решать расчётные задачи различных типов. Более глубокое понимание сути периодичности, химической связи и различных механизмов её образования, строения вещества, элементов химической кинетики и термодинамики даёт возможность обобщённого подхода к изучению общих свойств металлов и неметаллов, их соединений.

В основу данной ОП положен принцип развивающего обучения. Программа опирается на материал, изученный в 8—9 классах, поэтому некоторые темы курса рассматриваются повторно, но уже на более высоком теоретическом уровне. Такой подход позволяет углублять и развивать понятие о веществе и химическом процессе, закреплять пройденный материал в активной памяти учащихся, а также сохранять преемственность в процессе обучения.

Курс рассчитан на 210 часов: 3 часа в неделю, 10 класс – 105 часов и 11 класс – 105 часов.

### **Планируемые результаты:**

#### **Личностные результаты**

Обучающийся получит возможность для формирования следующих личностных УУД:

- осознавать свою гражданскую идентичность, патриотизм, уважение к своему народу,

ответственность перед Родиной, гордость за неё;

- осознанно формировать и отстаивать свою гражданскую позицию как активного и ответственного члена российского общества;
- формировать своё мировоззрение, соответствующее современному уровню развития науки и общественной практики;
- непрерывно развивать в себе готовность и способность к самостоятельной, творческой и ответственной деятельности;
- сотрудничать со сверстниками и взрослыми в образовательной, общественно полезной, учебно-исследовательской и проектной деятельности;
- формировать сознательное отношение к непрерывному образованию как условию успешной профессиональной и общественной деятельности;
- осуществлять осознанный выбор будущей профессии и возможностей реализации собственных жизненных планов;
- формировать экологическое мышление, приобрести опыт эколого-направленной деятельности.

### **Метапредметные результаты**

#### Регулятивные

Обучающийся получит возможность для формирования следующих регулятивных УУД:

- выявлять и формулировать учебную проблему;
- определять цели деятельности и составлять её план, контролировать и корректировать деятельность;
- выбирать успешные стратегии в различных ситуациях; осознавать причины своего успеха или неуспеха, находить способы выхода из ситуации неуспеха;
- продуктивно общаться и взаимодействовать в процессе совместной деятельности, учитывать позиции других участников деятельности, эффективно разрешать конфликты.

#### Познавательные

Обучающийся получит возможность для формирования следующих познавательных УУД:

- осуществлять поиск различных алгоритмов решения практических задач, применять различные методы познания;
- осуществлять самостоятельную информационно-познавательную деятельность, включая умение ориентироваться в различных источниках информации, критически оценивать и интерпретировать информацию, получаемую из различных источников;
- использовать средства информационных и коммуникационных технологий (ИКТ) в решении когнитивных, коммуникативных и организационных задач с соблюдением требований безопасности;
- строить логические рассуждения, формулировать умозаключения на основе выявленных причинно-следственных связей;
- создавать модели изучаемых объектов, выделять в них существенные характеристики, преобразовывать модели;
- преобразовывать информацию из одного вида в другой; выбирать удобную форму фиксации и представления информации;
- владеть методами познавательной рефлексии как осознания совершаемых действий и мыслительных процессов, их результатов и оснований, границ своего знания и незнания, новых

познавательных задач и средств их достижения.

### **Предметные результаты**

Обучающийся научится:

- исследовать свойства неорганических и органических веществ, объяснять закономерности протекания химических реакций, прогнозировать возможность их осуществления;
- выдвигать гипотезы на основе знаний о составе, строении вещества и основных химических законах, проверять их экспериментально, формулируя цель исследования;
- владеть методами самостоятельного планирования и проведения химических экспериментов с соблюдением правил безопасной работы с веществами и лабораторным оборудованием;
- описывать, анализировать и оценивать достоверность полученного результата;
- прогнозировать, анализировать и оценивать с позиций экологической безопасности последствия бытовой и производственной деятельности человека, связанной с переработкой веществ.

Обучающийся получит возможность научиться:

- самостоятельно формировать систему собственных знаний об общих химических закономерностях, законах, теориях;
- прогнозировать свойства веществ на основе их строения;
- использовать полученные знания в быту;
- понимать и объяснять роль химических процессов, протекающих в природе;
- планировать и осуществлять учебные химические эксперименты.



### Тематическое планирование курса 10 класса

№ п/п	Дата	Тема занятия	Целевая установка	Планируемые результаты	Использование оборудования
<b>Методы научного познания – 2 часа</b>					
1-2		Химическое познание и его методы. Вводный инструктаж. Лабораторный опыт №1 «Экспериментальная проверка гипотезы. Определение содержания карбоната кальция в различных объектах»	Знать методы научного познания. Понимать взаимосвязь методов научного познания. Уметь различать теоретические и экспериментальные методы исследования	Уметь формулировать гипотезу, разрабатывать план её экспериментальной проверки. Уметь интерпретировать результаты экспериментального исследования, формулировать выводы	Лабораторные весы, нагревательная плитка
<b>Органическая химия – 103 часа</b>					
3-5		Качественное определение углерода, водорода и хлора в органических веществах. <i>Практическая работа №1 «Определение качественного состава органического вещества».</i>	Реализовать план экспериментальной проверки гипотезы, интерпретировать результаты экспериментального исследования качественного состава вещества	Уметь экспериментально доказывать элементный состав исследуемого вещества на основании качественных реакций	Датчик температуры терморпарный, спиртовка
6-8		Химические свойства алканов. Реакции замещения алканов. <i>Практическая работа №2 «Радикальное бромирование алканов»</i>	Сравнить скорости радикального бромирования алканов разного строения.	Уметь объяснять результаты эксперимента и отвечать на вопросы.	Датчик оптической плотности, фильтровальная бумага
9-11		Определение молекулярной формулы предельного углеводорода. <i>Практическая работа №3 «Решение задач на определение молекулярной формулы УВ»</i>	Научить решать задачи на определение молекулярной формулы УВ по продуктам сгорания и массовой доли элемента.	Уметь решать задачи на определение молекулярной формулы УВ по продуктам сгорания и массовой доли элемента.	

12-14		Получение этилена и изучение его свойств. Лабораторный опыт №2 «Взаимодействие этилена с раствором перманганата калия»	Знать свойства этилена. Получить этилен дегидратацией этанола, экспериментально доказать принадлежность этилена к непредельным соединениям.	Уметь получать этилен дегидратацией этанола, экспериментально доказывать принадлежность этилена к непредельным соединениям	Датчик pH, спиртовка
15-17		Получение ацетилена и изучение его свойств. Лабораторный опыт №3 «Взаимодействие ацетилена с раствором перманганата калия»	Получить ацетилен карбидным способом, экспериментально доказать принадлежность ацетилена к непредельным соединениям.	Знать свойства ацетилена. Уметь получать ацетилен карбидным способом, экспериментально доказывать принадлежность ацетилена к непредельным соединениям	Датчик pH
18-20		Бензол и его свойства. Лабораторный опыт №4 «Изучение свойств бензола»	Исследовать взаимодействие бензола с бромной водой и раствором перманганата калия.	Знать свойства бензола. Уметь объяснять результаты эксперимента.	Штатив с пробирками
21-23		Взаимосвязь углеводородов. <b>Практическая работа № 4 «Решение задач на свойства УВ и их взаимосвязь друг с другом»</b>	Составить уравнения по цепочкам превращений, решить задачи на химические свойства УВ.	Знать свойства УВ, решать расчетные задачи по уравнениям реакций и уметь составлять уравнения по цепочкам превращений.	
24-26		Исследование физических свойств спиртов. Лабораторный опыт №5 «Сравнение температуры кипения одноатомных спиртов». Лабораторный опыт №6 «Сравнение температур кипения изомеров». Лабораторный опыт №7 «Изучение испарения органических веществ»	Определить температуры кипения спиртов, принадлежащих к одному гомологическому ряду. Объяснить зависимость свойств спиртов от их химического строения.	Знать физические свойства предельных одноатомных спиртов. Научиться определять температуры кипения спиртов, принадлежащих к одному гомологическому ряду. Объяснять зависимость температуры кипения спиртов от числа атомов углерода в молекуле, от строения углеродного скелета для изомеров.	Датчики температуры, баня комбинированная лабораторная
27-29		Физические свойства изомеров спиртов. <b>Практическая работа № 5 «Свойства изомеров»</b>	Измерить и сравнить температуру кипения изомерных спиртов.	Уметь измерять и сравнивать температуру кипения изомерных спиртов.	Температурный датчик, песчаная баня.
30-31		Химические свойства спиртов. <b>Практическая работа № 6 «Окисление спиртов»</b>	Сравнить скорость окисления спиртов различного строения.	Знать химические свойства спиртов. Уметь определять скорости окисления спиртов датчиком оптической плотности и анализировать графики зависимости оптической плотности от времени.	Датчик оптической плотности.
32-34		Свойства одноатомных и многоатомных спиртов.	Повторить и обобщить знания по теме «Спирты» - решать задачи и составлять	Уметь решать задачи и составлять уравнения реакций по цепочкам	

		<b>Практическая работа № 7</b> <b>«Решение задач по теме «Спирты»</b>	уравнения реакций по цепочкам превращений.	превращений.	
35-36		Химические свойства фенола. Лабораторный опыт № 9 «Влияние нитрогрупп на кислотные свойства фенола»	Сравнить кислотные свойства спиртов, фенолов и их производных	Знать химические свойства фенола. Научиться экспериментально сравнивать кислотные свойства веществ и объяснять наблюдаемые различия	Датчик pH
37-39		Фенолы. <b>Практическая работа № 8</b> <b>«Решение задач по теме «Фенолы»</b>	Повторить и обобщить знания по теме «Фенолы» - решать задачи и составлять уравнения реакций по цепочкам превращений.	Уметь решать задачи и составлять уравнения реакций по цепочкам превращений.	
40-41		Получение альдегидов. Лабораторный опыт № 8 «Тепловой эффект реакции окисления этанола»	Определить тепловой эффект реакции окисления этанола кислородом воздуха	Знать способы получения альдегидов. Научиться определять тепловой эффект реакции окисления этанола кислородом воздуха	Прибор для окисления спирта над медным катализатором, высокотемпературный датчик
42-44		Физические свойства карбоновых кислот. Лабораторный опыт № 10 «Сравнение температур плавления <i>цис</i> - и <i>транс</i> -изомеров». Лабораторный опыт № 11 «Определение температуры плавления стеариновой и пальмитиновой кислот»	Экспериментально сравнить температуры плавления карбоновых кислот и объяснить зависимость температур плавления карбоновых кислот от их химического строения	Знать физические свойства карбоновых кислот. Научиться экспериментально сравнивать температуры плавления карбоновых кислот и объяснять наблюдаемые различия. Определить температуры плавления стеариновой и пальмитиновой кислот; установить, можно ли использовать данный показатель для идентификации этих кислот	Датчик температуры терморезисторный
45-47		Химические свойства карбоновых кислот. Лабораторный опыт № 12 «Определение электропроводности и pH раствора уксусной кислоты». Лабораторный опыт № 13 «Изучение силы одноосновных карбоновых кислот» Лабораторный опыт № 14 «Определение констант диссоциации органических кислот»	Определить электропроводность и pH раствора уксусной кислоты. Объяснить зависимость кислотных свойств карбоновых кислот от их химического строения. Определить и сравнить константы диссоциации органических кислот.	Знать химические свойства карбоновых кислот. Интерпретировать результаты измерений pH и электропроводности растворов, делать выводы о силе исследуемых электролитов, в частности о силе карбоновых кислот. Уметь рассчитывать степень диссоциации по данным измерений.	Датчик pH, датчик электропроводности

48-49		Отдельные представители карбоновых кислот. Лабораторный опыт № 15 «Распознавание растворов органических кислот».	Закрепить знания о свойствах отдельных представителей карбоновых кислот. Объяснить зависимость их свойств от химического строения.	Измерить pH выданных растворов органических кислот, на основании полученных результатов идентифицировать бензойную, салициловую и щавелевую кислоты	Датчик pH
50-42		Свойства органических кислот. <b>Практическая работа № 9 «Решение задач по теме «Карбоновые кислоты»</b>	Повторить и обобщить знания по теме «Карбоновые кислоты» - решать задачи и составлять уравнения реакций по цепочкам превращений.	Уметь решать задачи и составлять уравнения реакций по цепочкам превращений.	
<b>53-55</b>		<b>Промежуточная аттестация</b>			
56-57		Сложные эфиры. Свойства сложных эфиров. Лабораторный опыт № 16 «Щелочной гидролиз этилацетата»	Получить экспериментальные данные о зависимости pH раствора щелочи от времени в процессе гидролиза сложного эфира.	Знать свойства сложных эфиров. Объяснять направленность реакций гидролиза сложных эфиров в кислой и щелочной средах.	Датчик pH
58-59		Жиры и мыла. Лабораторный опыт № 17 «Влияние жесткой воды на мыло»	Исследовать изменение pH мыльного раствора при добавлении солей кальция или магния.	Знать свойства мыла. Проводить исследования pH мыльного раствора и анализировать влияние жесткой воды на мыло.	Датчик pH
60-62		Обобщение по теме «Кислородсодержащие органические соединения» <b>Практическая работа № 10 «Идентификация органических соединений»</b>	С помощью минимального количества реагентов определить содержимое выданных в пробирках веществ.	Закрепить знания химических свойств кислородсодержащих соединений. Знать качественные реакции на органические вещества.	Штатив с пробирками, спиртовка
63-65		Химические свойства глюкозы и сахарозы. <b>Практическая работа № 11 «Сравнение химических свойств глюкозы и сахарозы»</b>	Провести реакции окисления глюкозы и сахарозы аммиачным раствором оксида серебра, сделать выводы. Провести реакцию глюкозы с гидроксидом меди	Знать химические свойства глюкозы. Уметь проводить реакции окисления глюкозы по альдегидной группе, записывать уравнения реакций, сравнивать свойства глюкозы и сахарозы.	Штатив с пробирками, спиртовка
66-67		Полисахариды. Свойства крахмала. Лабораторный опыт № 18 «Качественная реакция на крахмал»	Провести качественную реакцию на крахмал с раствором йода.	Знать свойства крахмала. Уметь подтверждать свойства экспериментально.	Штатив с пробирками
68-70		Обобщение по теме «Углеводы» <b>Практическая работа № 12 Решение задач по теме «Углеводы»</b>	Повторить и обобщить знания по теме «Углеводы» - решать задачи и составлять уравнения реакций по цепочкам превращений.	Уметь решать задачи и составлять уравнения реакций по цепочкам превращений.	

71-73		Амины. Свойства предельных аминов. Лабораторный опыт № 19 «Сравнение основных свойств аммиака и метиламина»	Изучить свойства предельных аминов, сравнивать свойства аминов со свойствами аммиака	Знать основные свойства предельных аминов. Уметь объяснять результаты измерения pH растворов аммиака и предельных аминов	Датчик pH
74-76		Свойства ароматических аминов. Лабораторный опыт № 20 «Изучение основных свойстванилина»	Изучить основные свойстваанилина. Объяснить результаты измерения pH растворов солей аммония, предельных и ароматических аминов	Знать свойства ароматических аминов. Уметь сравнивать свойства ароматических и предельныхаминов со свойствами аммиака	Датчик pH
77-79		Аминокислоты. Свойства аминокислот. Лабораторный опыт № 21 «Определение среды растворов аминокислот». Лабораторный опыт № 22 «Кислотные свойства аминокислот»	Экспериментально определить pH растворов аминокислот. Исследовать взаимодействие аминокислот с соединениями меди и цинка. На основании полученных экспериментальных данных установить зависимости кислотно-основных свойств аминокислот от их химического строения	Знать свойства аминокислот. Уметь объяснять зависимость свойств аминокислот от их строения	Датчик pH, датчик электропроводности
80-83		Белки. Свойства белков. Лабораторный опыт № 23 «Денатурация белка». Лабораторный опыт № 24 «Осаждение белка солями тяжелых металлов». Лабораторный опыт № 25 «Цветные реакции на белки»	Провести денатурации. Раствора белка под действием температуры и солей тяжелых металлов, качественные реакции на белки.	Знать свойства белков, влияние факторов, вызывающих денатурацию. Уметь проводить качественные реакции на белки.	Спиртовка
84-86		Обобщение по теме «Азотсодержащие органические соединения» <b>Практическая работа № 13 «Решение задач по теме «Азотсодержащие соединения»</b>	Повторить и обобщить знания по теме «Азотсодержащие соединения» - решать задачи и составлять уравнения реакций по цепочкам превращений.	Уметь решать задачи и составлять уравнения реакций по цепочкам превращений.	
87-89		Биологически активные вещества. Ферменты. <b>Практическая работа № 14 «Действие ферментов на различные вещества»</b>	Изучить действие амилазы слюны на крахмал, дегидрогеназы на метиловый синий, каталазы на пероксид водорода.	Знать свойства ферментов. Проводить опыты и анализировать результаты.	Штатив с пробирками, ступка с пестиком
90-92		Биологически активные вещества. Лекарства. <b>Практическая работа № 15 «Анализ лекарственных препаратов»</b>	Определить растворимость выданных лекарственных препаратов в воде и спирте, влияние температуры на растворение.	Знать состав и свойства некоторых лекарственных препаратов. Проводить опыты и анализировать результаты.	

93-94		Полимеры. Исследование свойств пластмасс. Лабораторный опыт № 26 «Определение температур размягчения полимеров»	Знать состав, строение и свойства синтетических полимеров.	Научиться экспериментально определять количественные характеристики полимеров, характеризующих их эксплуатационные свойства, в частности температуры размягчения	Датчик температуры (термопарный)
95-98		Обобщение знаний по курсу органической химии. <b>Практическая работа № 16 «Решение задач по органической химии»</b>	Повторить и обобщить знания по курсу органической химии: решать различные расчетные задачи и составлять уравнения реакций по цепочкам превращений.	Уметь решать расчетные задачи и составлять уравнения реакций по цепочкам превращений.	
<b>99-101</b>		<b>Итоговая аттестация</b>			
102-105		Анализ результатов итоговой аттестации. Подведение итогов за год.			

**Лабораторных опытов – 25**  
**Практических работ – 16**

### Тематическое планирование курса 11 класса

№ п/п	Дата	Тема занятия	Целевая установка	Планируемые результаты	Использование оборудования
<b>Общая химия – 74 часа</b>					
1-3		Вводный инструктаж. Скорость химической реакции. <b>Практическая работа № 1</b> <b>«Экспериментальное определение скорости химической реакции».</b>	Определить скорость химической реакции.	Уметь экспериментальным путем определять скорость химической реакции.	Датчик оптической плотности
4-6		Скорость химической реакции. Зависимость скорости реакции от концентрации реагирующих веществ. <b>Практическая работа № 2</b> <b>«Экспериментальное определение порядков скорости химической реакции».</b>	Экспериментально определить порядки скорости химической реакции	Знать зависимость скорости реакции от концентрации реагирующих веществ. Уметь получать кинетические данные и интерпретировать их для определения порядков скорости реакции	Магнитная мешалка
7-9		Скорость химической реакции. Зависимость скорости реакции от концентрации реагирующих веществ. <b>Практическая работа № 3 «Определение вида кинетического уравнения»</b>	Изучить зависимость скорости химической реакции от концентрации реагентов.	Знать зависимость скорости реакции от концентрации реагентов. Уметь получать кинетические данные, интерпретировать их и строить графики зависимости изменения оптической плотности от концентрации.	Датчик оптической плотности
10-12		Скорость химической реакции. Зависимость скорости реакции от температуры. <b>Практическая работа № 4</b> <b>«Экспериментальное определение температурного коэффициента скорости реакции и энергии активации»</b>	Применить эмпирическое правило Вант-Гоффа и уравнение Аррениуса для определения скорости химической реакции при различной температуре	Знать зависимость скорости реакции от температуры. Уметь получать кинетические данные и интерпретировать их для расчёта коэффициента Вант-Гоффа и энергии активации	Терморезисторный датчик температуры, магнитная мешалка, баня комбинированная лабораторная
13-15		Скорость химической реакции. <b>Практическая работа № 5 «Решение расчетных задач по теме «Скорость химической реакции»</b>	Научиться решать расчетные задачи по теме «Скорость химической реакции».	Уметь решать расчетные задачи по теме «Скорость химической реакции».	
16-17		Тепловой эффект реакции. Лабораторный опыт №1 «Определение теплоты реакции нейтрализации»	С помощью экспериментального метода определить теплоту реакции нейтрализации азотной кислоты с гидроксидом натрия	Уметь проводить экспериментальные измерения и анализировать результаты опыта.	Датчик температуры

82-19		Решение задач на тепловой эффект реакции.	Решать задачи на тепловой эффект реакции.	Уметь решать задачи на тепловой эффект реакции.	
20-22		Закон Г.И.Гесса. <i>Практическая работа № 6 «Закон Гесса»</i>	Применить на практике закон Гесса.	Знать закон Гесса. Уметь применять его на практике.	Датчик температуры.
23-24		Решение задач на закон Гесса.	Решать задачи на закон Гесса.	Уметь решать задачи на закон Гесса.	
25-26		Обратимость химических реакций. Химическое равновесие. Лабораторный опыт № 2 «Влияние концентрации веществ на смещение химического равновесия»	Исследовать изменение оптической плотности окрашенного раствора в зависимости от введения в реакционную смесь исходного вещества или продукта реакции.	Знать способы смещения химического равновесия. Уметь экспериментальным путем определять влияние концентрации на смещение химического равновесия.	Датчик оптической плотности.
27-28		Обратимость химических реакций. Химическое равновесие. Лабораторный опыт № 3 «Влияние одноименных ионов на смещение химического равновесия»	Исследовать изменение pH раствора уксусной кислоты при введении в систему ацетата натрия.	Уметь экспериментальным путем определять влияние введения одноименных ионов на смещение химического равновесия.	Датчик pH
29-31		Химическое равновесие. <i>Практическая работа № 7 «Решение задач по теме «Химическое равновесие»</i>	Научиться решать различные задачи по теме «Химическое равновесие».	Уметь решать задачи по теме «Химическое равновесие».	
32-33		Растворы, растворимость. Растворение как физикохимический процесс. Лабораторный опыт № 4 «Тепловой эффект растворения веществ в воде»	Объяснить тепловые эффекты, сопровождающие растворение веществ	Знать, какие процессы протекают при растворении веществ. Уметь экспериментально определить тепловой эффект растворения неорганических веществ: серной кислоты, гидроксида натрия нитрата аммония	Терморезисторный датчик температуры
34-35		Растворы, растворимость. Лабораторный опыт № 5 «Изучение зависимости растворимости вещества от температуры»	Экспериментально определить зависимость растворимости неорганических веществ от температуры	Уметь использовать понятие «растворимость» для определения насыщенных и ненасыщенных растворов. Уметь объяснять влияние различных факторов на растворимость веществ	Терморезисторный датчик температуры, электроплитка из комплекта комбинированной лабораторной бани
36-37		Растворы, растворимость. Фотокolorиметрическое определение концентрации растворенного вещества. Лабораторный опыт № 6 «Экспериментальное определение концентрации ионов меди в выданном растворе»	Повторить и обобщить знания о растворах, способах выражения их состава, молярной концентрации растворённого вещества	Уметь определять концентрацию окрашенных ионов фотокolorиметрическим методом	Датчики оптической плотности 525 нм и 470 нм, спектрофотометр, весы лабораторные, бюретка, автоматическая



					микропипетка переменного объёма на 100 – 1000 мкл
38-39		Кристаллогидраты. Лабораторный опыт № 7 «Определение теплового эффекта образования кристаллогидратов из безводных солей»	Определить тепловой эффект реакции образования кристаллогидратов из безводных солей	Знать свойства кристаллогидратов, особенности их образования. Научиться определять тепловой эффект реакции образования кристаллогидратов из безводных солей	Терморезисторный датчик температуры, магнитная мешалка, лабораторные весы
40-41		Растворы. Растворимость. Лабораторный опыт № 8 «Определение теплоты растворения сульфата бария».	Определить теплоту осаждения сульфата бария и рассчитать теплоту его растворения.	Уметь определять теплоту осаждения сульфата бария и рассчитывать теплоту его растворения.	Датчик температуры
42-44		Растворы. Растворимость. <b>Практическая работа № 8 «Решение задач по теме «Растворы. Растворимость»</b>	Научиться решать расчетные задачи по теме «Растворы. Растворимость».	Уметь решать расчетные задачи по теме «Растворы. Растворимость».	
45-46		Процесс электролитической диссоциации. Лабораторный опыт № 9 «Зависимость электропроводности раствора от растворителя»	Определить изменение электропроводности при растворении газообразного хлороводорода в различных растворителях.	Уметь объяснять физико-химические основы процессов, протекающих при диссоциации электролитов.	Датчик электропроводности
47-48		Степень электролитической диссоциации. Сильные и слабые электролиты. Лабораторный опыт № 10 «Сильные и слабые электролиты»	Развить представления о степени электролитической диссоциации. Повторить и обобщить знания о сильных и слабых электролитах	На основании экспериментального измерения электропроводности растворов определить, являются ли выданные вещества сильными или слабыми электролитами	Датчик электропроводности
49-50		Ионное произведение воды. Водородный показатель раствора pH. Лабораторный опыт № 11 «Зависимость концентраций ионов водорода от степени разбавления сильного и слабого электролита»	Объяснить влияние различных факторов на водородный показатель раствора	Знать понятие «ионное произведение воды». Уметь сравнивать и объяснять зависимость pH раствора от концентрации слабой и сильной кислот	Датчик pH
<b>51-53</b>		<b>Промежуточная аттестация</b>			
54-56		Гидролиз солей. <b>Практическая работа № 9 «Определение pH растворов солей»</b>	Измерить pH растворов солей, изучить их направленность и степень гидролиза.	Знать какие соли подвергаются гидролизу. Уметь составлять уравнения гидролиза солей. Уметь измерять pH растворов солей,	Датчик pH

				изучать их направленность и степень гидролиза.	
57-58		Гидролиз солей. Лабораторный опыт № 12 «Влияние температуры на степень гидролиза солей»	Установить степень влияния температуры на гидролиз соли.	Уметь составлять уравнения гидролиза солей. Уметь устанавливать степень влияния температуры на гидролиз соли.	Датчик pH
59-61		Кондуктометрическое и потенциометрическое титрование. <b>Практическая работа № 10</b> <b>«Экспериментальное определение концентрации ионов меди в выданном растворе»</b>	Повторить и обобщить знания об электролитах, электролитической диссоциации, реакциях ионного обмена, водородном показателе	Уметь определять концентрацию слабых кислот в окрашенных растворах методами кондуктометрического и потенциометрического титрования	Датчик pH, датчик электропроводности, магнитная мешалка, бюретка, автоматическая микропипетка переменного объема на 100–1000 мкл
62-63		Кондуктометрический метод определения концентрации вещества. Лабораторный опыт № 13 «Прямое кондуктометрическое определение концентрации соли в растворе»	Повторить и обобщить знания о физико-химических основах процессов, протекающих при диссоциации электролитов. Применить метод прямой кондуктометрии для определения концентрации хлорида натрия в водном растворе	Уметь применять метод прямой кондуктометрии для определения концентрации хлорида натрия в водном растворе	Датчик электропроводности
64-65		Коллоидные растворы. Лабораторный опыт № 14 «Оптические свойства коллоидных растворов»	Исследовать оптические свойства коллоидных растворов. Объяснить наблюдаемое светорассеивание, эффект Фарадея—Тиндаля	Знать понятие «коллоидные растворы». Знать свойства коллоидных растворов. Уметь сравнивать свойства коллоидных и истинных растворов, коллоидных растворов и грубодисперсных систем	Турбидиметр (датчик оптической мутности)
66-67		Коагуляция. Коагулирующее действие электролитов. Лабораторный опыт № 15 «Коагулирующее действие различных ионов»	Изучить коагулирующее действие различных ионов на гидрозоль гидроксида железа (III).	Знать понятие «коагуляция». Повторить и обобщить знания о дисперсных системах, коллоидных растворах, их агрегативной устойчивости	Турбидиметр (датчик оптической мутности), электрическая плитка, бюретки

68-69	Окислительно-восстановительные реакции. Лабораторный опыт № 16 «Изменение рН в ходе окислительно-восстановительных реакций»	На основании анализа изменения рН установить направленность протекания изучаемых окислительно-восстановительных процессов	Повторить и обобщить знания об окислительно-восстановительных реакциях, важнейших окислителях и восстановителях. Уметь предсказывать состав продуктов окислительно-восстановительных реакций	Датчик рН
70-72	Окислительно-восстановительные реакции. <b>Практическая работа № 11 «Решение заданий по теме «ОВР»»</b>	Решать различные виды заданий по теме «ОВР».	Уметь решать различные виды заданий по теме «ОВР».	
73-74	Химические источники тока. Аккумуляторы. Лабораторный опыт № 17 «Работа свинцового аккумулятора»	Изучить процесс работы свинцового аккумулятора, понимать, какие реакции протекают при его зарядке и разрядке	Знать принципы работы химических источников тока. Уметь объяснять процессы, протекающие при зарядке и разрядке аккумуляторов	Датчик напряжения, источник питания лабораторный
<b>Неорганическая химия – 28 часов</b>				
75-76	Галогены и их соединения. Лабораторный опыт № 18 «Свойства бромной воды»	Проанализировать сдвиг равновесия реакции брома с водой при добавлении щелочи (кислоты).	Знать свойства галогенов. Уметь анализировать и объяснять результаты эксперимента.	Датчик оптической плотности
77-78	Галогеноводороды. Соли галогеноводородных кислот. Лабораторный опыт № 19 «Сравнительное определение растворимости галогенидов серебра»	Провести кондуктометрические измерения и на основании полученных данных сравнить растворимость хлорида, бромиды и йодида серебра.	На основании полученных данных уметь сравнивать растворимость хлорида, бромиды и йодида серебра.	Датчик электропроводности и магнитная мешалка
79-80	Серная кислота и её соли. Лабораторный опыт № 20 «Взаимодействие гидроксида бария с серной кислотой»	Повторить и обобщить знания о свойствах серной кислоты, её солей. Исследовать особенности протекания реакции нейтрализации между растворами серной кислоты и растворами гидроксида бария.	Уметь объяснять особенности протекания реакции нейтрализации между растворами серной кислоты и растворами гидроксида бария	Датчик электропроводности и магнитная мешалка, бюретка
81-83	Неметаллы. <b>Практическая работа № 12 «Решение задач по теме «Неметаллы»»</b>	Научиться решать различные виды задач по теме «Неметаллы».	Уметь решать различные виды задач по теме «Неметаллы».	
84-85	Кальций и его соединения. Жесткость воды. Практическая работа № 21 «Оценка общей жесткости воды»	Оценить (сравнить) общую жесткость в исследуемых образцах воды.	Знать что такое жесткость воды и как ее устранить. Уметь оценивать (сравнивать) общую жесткость в исследуемых образцах	Датчик электропроводности

				воды.	
86-87		Железо, его свойства. Лабораторный опыт № 22 «Окисление железа во влажном воздухе»	Повторить и обобщить знания о свойствах железа. Исследовать процесс электрохимической коррозии железа на воздухе.	Уметь проводить процесс электрохимической коррозии железа на воздухе в лабораторных условиях.	Датчик давления, датчик кислорода
88-89		Железо, его свойства. Лабораторный опыт № 23 «Определение содержания железа в природных водах»	Определить содержание железа в предложенных образцах природной воды. Построить градуировочный график зависимости оптической плотности от концентрации примесей в растворе.	Уметь определять содержание железа в предложенных образцах природной воды. Уметь строить градуировочный график зависимости оптической плотности от концентрации примесей в растворе.	Датчик оптической плотности
90-92		Металлы. <i>Практическая работа № 13 «Решение задач по теме «Металлы»»</i>	Научиться решать различные виды задач по теме «Металлы».	Уметь решать различные виды задач по теме «Металлы».	
93-94		<i>Практическая работа № 14 «Решение экспериментальных задач по неорганической химии»</i>	Получить заданные вещества, определить качественный состав выданных веществ, определить какие вещества находятся в пробирках.	Знать качественные реакции на катионы и анионы. Уметь доказывать качественный состав и определять выданные вещества.	Штатив с пробирками
95-97		Обобщение знаний за курс химии.	Решение тестовых заданий, цепочек превращений, расчетных задач по курсу химии	Уметь решать тестовые задания, цепочки превращений, расчетные задачи по курсу химии	
98-100		<b>Итоговая аттестация</b>			
101-102		Анализ итоговой работы. Разбор ошибок.			
<b>Роль химии в жизни человека – 3 часа</b>					
103-104		Химия в повседневной жизни. Моющие и чистящие средства. Лабораторный опыт № 24 «Исследование растворов хозяйственного и туалетного мыла, синтетических моющих средств»	Повторить и обобщить знания о свойствах поверхностно-активных веществ (ПАВ). Объяснить моющее действие ПАВ. Исследовать pH растворов хозяйственного и туалетного мыла, синтетических моющих средств.	На основании анализа результатов измерения pH растворов различных моющих средств сделать вывод об их эксплуатационных свойствах. Уметь объяснять моющее действие ПАВ	Датчик pH
105		Подведение итогов за год.			

**Лабораторные опыты – 24**  
**Практические работы - 14**

## Источники информации

1. Беспалов П. И., Дорофеев М. В., Оржековский П. А., Жилин Д. М., Зими́на А. И. Использование цифровых лабораторий при обучении химии в средней школе. М.: Бином. Лаборатория знаний, 2014. 229 с.
2. Браун Т., Лемей Г. Ю. Химия — в центре наук: в 2 ч. / пер. с англ. М.: Мир, 1983.
3. Глинка Н. Л. Общая химия: учеб. пособие для вузов / под ред. А. И. Ермакова. М.: Интеграл-Пресс, 2002. 728 с.
4. Гроссе Э., Вайсмантель Х. Химия для любознательных. Основы химии и занимательные опыты. Л.: Химия, 1985. 392 с.
5. Дорофеев М. В., Беспалов П. И. Изучение скорости химической реакции с использованием цифровой лаборатории // Химия в школе. 2011. № 8. С. 43—50.
6. Жуков А. Ф., Колосова И. Ф., Кузнецов В. В. и др. Аналитическая химия. Физические и физико-химические методы анализа: Учеб. для вузов / под ред. О. М. Петрухина. М.: Химия, 2001. 496 с.
7. Зайцев О. С. Неорганическая химия: учеб. для 10 (11) кл. общеобразоват. учреждений с углубл. изуч. предмета и с изуч. предмета на профильном уровне. М.: АСТ-Пресс Школа. 2006. 509 с.
8. Леенсон И. А. Как и почему происходят химические реакции. Элементы химической термодинамики и кинетики. Долгопрудный: Издательский Дом «Интеллект», 2010. 224 с.
9. Леенсон И. А. Рассказы о химической кинетике. Рассказ пятый. Уравнение скорости // Химия и жизнь. 1972. № 6. С. 50—51.
10. Лунин В. В., Дроздов А. А., Кузьменко Н. Е., Еремин В. В. Химия. 11 класс: учеб.: углубл. уровень. ФГОС. М.: Дрофа, 2020. 480 с.
11. Медведев Ю. Н. Зависимость скорости реакции от температуры, или Кто прав: Вант-Гофф или Аррениус // Химия в школе. 2010. № 8. С. 49—55.
12. Медведев Ю. Н. Скорость и механизмы химических реакций // Химия в школе. 2010, № 6. С. 57—63; 2010, № 7. С. 44—50.
13. Менделеев Д. И. Заветные мысли. М.: Мысль, 1995. 414 с.
14. Осипова Е. А. Электроаналитические методы и проблема охраны окружающей среды. / Соросовский образовательный журнал. Т. 7. 2001. №2. С. 47—54.
15. Полторак О. М. Современные теории химии и изучение химии в школе // Соросовский Образовательный Журнал. 1995. №1. С. 50—56.
16. Пузаков С. А., Машина Н. В., Попков В. А. Химия. 10 класс: учеб. для общеобразоват. организаций: углубл. уровень. М.: Просвещение, 2021. 320 с.
17. Пузаков С. А., Машина Н. В., Попков В. А. Химия. 11 класс: учеб. для общеобразоват. организаций: углубл. уровень. М.: Просвещение, 2021. 320 с.
18. Степин Б. Д., Аликберова Л. Ю. Книга по химии для домашнего чтения. — М.: Химия, 1994. 400 с.
19. Шведене Н. В. Ионоселективные электроды // Соросовский Образовательный Журнал. 1999, № 5. С. 60—65.
20. Энциклопедия для детей. Том 17. Химия. М.: Аванта+, 2000. 640 с.