

Государственное образовательное учреждение высшего образования
Московской области Московский государственный областной университет
(МГОУ)

На правах рукописи

Закаблук Оксана Викторовна

Формирование логических универсальных учебных действий учащихся на
уроках химии

Специальность 5.8.2. –
Теория и методика обучения и воспитания (химия)

Диссертация на соискание ученой степени кандидата педагогических наук

Научный руководитель:
доктор педагогических наук, профессор
Волкова Светлана Александровна

Мытищи – 2022

Оглавление

Введение.....	4
Глава 1. Теоретические подходы к определению и формированию логических универсальных учебных действий (ЛУУД).....	15
1.1. Дидактико-методологические подходы к формированию ЛУУД...	15
1.2. Методические особенности формирования ЛУУД у учащихся при изучении химии.....	28
1.3. Анализ существующего методического инструментария: современных образовательных технологий, направленных на формирование ЛУУД.....	40
Выводы по главе 1.....	47
Глава 2. Методика формирования ЛУУД на уроках химии.....	50
2.1. Обоснование методики формирования ЛУУД при обучении химии.....	50
2.2. Особенности методики формирования ЛУУД у учащихся на уроках химии.....	58
2.3. Особенности содержания и структуры технологии формирования ЛУУД для организации процесса обучения на уроках химии.....	67
Выводы по главе 2.....	78
Глава 3. Апробация методики формирования ЛУУД в процессе обучения химии.....	80
3.1. Результативность апробации методики формирования ЛУУД в процессе обучения химии	80
3.2. Условия и трудности внедрения технологии формирования ЛУУД при изучении химии.....	100
3.3. Научно-методические рекомендации для учителей химии по формированию ЛУУД при обучении химии.....	105

Выводы по главе 3.....	120
Заключение.....	123
Список сокращений и условных обозначений.....	127
Список литературы.....	128
Список иллюстративного материала.....	152
Приложение 1. Определение репрезентативности выборки исследования по полу, типу образовательного учреждения и классу.....	155
Приложение 2. Особенности диагностической работы для входного контроля.....	159
Приложение 3. Определение уровня сформированности ЛУУД у старшеклассников г.о. Королев Московской области.....	163
Приложение 4. Описательные статистики показателей «ЛУУД», «Контроль», «Задание 1», «Задание 2», «Задание 3», «Данные ученика» для всей выборки.....	166
Приложение 5. Динамика изменения уровня сформированности ЛУУД по результатам эксперимента.....	175
Приложение 6. Дополнительная профессиональная программа (повышение квалификации) «Предметно-методическая компетентность учителя химии в формировании познавательных логических универсальных учебных действий при решении расчетных задач высокого уровня сложности в условиях реализации ФГОС СОО».....	181

Введение

Образование – социально значимая область человеческой деятельности, которая очень быстро реагирует на изменения, происходящие в развитии общества. Образование является основой как профессионального, так и социального становления человека, непрерывного формирования его личностных качеств. Обществу требуются высококвалифицированные, компетентные, способные к постоянному обучению и повышению своего уровня образования, конкурентноспособные на рынке труда специалисты. **Актуальность темы исследования** обусловлена вызовами общества и системы образования, необходимостью получить выпускника, умеющего мыслить, свободно ориентироваться в информационном поле. Современный человек живет в мире, в котором образование становится непрерывным процессом, осуществляющимся на протяжении всей жизни. В этих условиях основной задачей выпускника становится не только приобретение определенных знаний и навыков, но формирование компетенций, гарантирующих возможность быстрого обучения (иногда даже переквалификации) в дальнейшем. От учащихся требуется умение отбирать и анализировать информацию, проверять ее на достоверность, актуальность, полноту. Нужно уметь вычленять главное, структурировать, принимать обоснованные решения на основе анализа всех имеющихся фактов, предвидеть отдаленные результаты своего выбора и брать на себя полную ответственность за последствия. Все это требует высокого уровня сформированности логического мышления. Поэтому важнейшим требованием к школьному образованию становится необходимость формирования ЛУУД у обучающихся. Большие возможности для успешного формирования ЛУУД предоставляет химия.

Федеральным государственным образовательным стандартом установлены требования к результатам освоения основной образовательной программы основного и среднего общего образования. Новый Федеральный

государственный образовательный стандарт, как и прежде, требует системно-деятельностного подхода, конкретно определяя требования к личностным и метапредметным образовательным результатам. Одним из обязательных требований является освоение учащимися ЛУУД, таких как: анализ, синтез, подведение под понятие, установление аналогий и причинно-следственных связей, построение логической цепи рассуждений, выдвижение гипотез и их обоснование, постановка проблемы и поиск пути ее решения [URL: <https://fgos.ru/>]. Меняются и формы контроля качества образования. Еще совсем недавно в большей степени контролировался объем полученных знаний, поэтому учащимся хватало освоенных алгоритмов для успешной сдачи экзаменов и дальнейшей учебы. В настоящее время выпускник на экзаменах сталкивается с необходимостью параллельного или последовательного применения сразу нескольких видов ЛУУД (в противном случае задание становится невыполнимым). В частности, существенные изменения за последние несколько лет произошли в кодификаторах элементов содержания и требований к уровню подготовки выпускников общеобразовательных учреждений для проведения Единого государственного экзамена по химии. Экзаменационная работа содержит вопросы, ответы на которые предусматривают разнообразные действия по применению знаний в изменённой, нестандартной ситуации (что подразумевает наличие у выпускника высокого уровня сформированности умений систематизировать и обобщать полученные знания, устанавливать причинно-следственные связи между отдельными элементами знаний, формулировать ответ в определённой логике с аргументацией сделанных выводов и заключений) [URL: <https://fipi.ru/ege/>].

Степень научной разработанности

Многие ученые, как дидакты, так и методисты, занимались проблемами развития мышления (А.А. Бобров, С.А. Волкова, Ю.Ю. Гавронская, П.Я. Гальперин, В.Н. Давыдов, Н.Е. Кузнецова, Т.Н. Литвинова, Е.Е. Минченков, Т.С. Назарова, П.А. Оржековский, В.В. Пасечник,

Н.Ф. Талызина, А.В. Усова, С.Г. Шаповаленко, М.А. Шаталов и др.). Однако, процесс формирования ЛУУД у учащихся, как правило, носит бессистемный и стихийный характер. Логика предмета слабо представлена на уроках химии, часто отсутствует четкое структурирование в виде схем и опорных конспектов, способствующее формированию полного и глубокого понимания учебного материала. Химический эксперимент, имеющий первостепенное значение для полноценного формирования ЛУУД, в основном имеет иллюстративный характер и не стимулирует познавательную активность учеников.

В процессе исследования нами выявлены следующие **противоречия**:

- между требованиями общества к развитию интеллектуальной сферы учащихся и временным лимитом в рамках общеобразовательных программ;
- между необходимостью глубокого понимания материала и тестовыми формами контроля;
- между необходимостью формирования у обучающихся основ логического мышления и устаревшими методиками, недостаточностью методического инструментария, уменьшением роли химического эксперимента.

Проблема исследования состоит в разрешении противоречий между требованиями общества в раскрытии индивидуальных способностей учащихся и отсутствием эффективных разработок методического инструментария развития ЛУУД в процессе обучения химии.

Цель исследования – повышение уровня сформированности ЛУУД обучающихся в результате применения методики формирования ЛУУД на уроках химии.

Объектом исследования является процесс обучения химии в средней школе.

Предмет исследования: формирование ЛУУД обучающихся при изучении химии в средней школе.

Гипотеза исследования: увеличение уровня сформированности логических универсальных учебных действий и раскрытие способностей обучающихся на уроках химии возможно, если:

- систематически использовать на уроках современные образовательные технологии формирования логических универсальных учебных действий;
- разработать и применять систему опорных конспектов, отражающих логику содержания обучения химии;
- анализировать динамику сформированности ЛУУД каждого обучающегося и осуществлять корректировку этого процесса.

В соответствии с целью и гипотезой сформированы **задачи исследования:**

- 1) проанализировать современные психолого-педагогические и дидактико-методические научные исследования по проблеме формирования логических универсальных учебных действий в обучении химии, определить критерии и показатели результативности развития логического мышления школьников;
- 2) разработать методику формирования ЛУУД на уроках химии и методический инструментарий, включающий технологию формирования ЛУУД для организации учебно-познавательной деятельности учащихся на уроках химии;
- 3) разработать систему опорных конспектов для развития логического мышления учащихся;
- 4) проверить эффективность разработанной методики и технологии формирования и развития ЛУУД обучающихся на уроках химии в ходе лонгитюдного педагогического эксперимента.

Теоретико-методологическую основу исследования составили:

- теория развивающего обучения химии (В.В. Давыдов, Г.Д. Кириллова, Н.Е. Кузнецова, И.М. Титова, И.С. Якиманская и др.);

- теория поэтапного формирования умственных действий (П.Я. Гальперин, Н.Ф. Талызина и др.);
- принципы деятельностного, личностно-ориентированного, индивидуализированного и проблемного подходов в обучении химии (Т.А. Боровских, С.А. Волкова, Т.М. Ефимова, Н.Е. Кузнецова, М.И. Махмутов, Е.В. Миренкова, Т.С. Назарова, П.А. Оржековский, В.В. Пасечник, О.Н. Рыжова, М.А. Шаталов, Г.Г. Швецов и др.);
- современные исследования в области теории и методики обучения химии (П.Д. Васильева, С.А. Волкова, Ю.Ю. Гавронская, В.Н. Давыдов, К.Е. Егорова, А.А. Журин, Н.Е. Кузнецова, Е.Е. Минченков, Т.С. Назарова, П.А. Оржековский, М.С. Пак, Ю.В. Сурин, Г.М. Чернобельская, С.Г. Шаповаленко, М.А. Шаталов и др.);
- методика и технологии формирования систем химических понятий и умений обучающихся в условиях современной информационной среды (А.А. Бобров, С.А. Волкова, Т.М. Ефимова, Н.Е. Кузнецова, Е.Е. Минченков, В.Н. Давыдов, А.А. Журин, Т.С. Назарова, Ю.В. Сурин, А.В. Усова, Л.А. Цветков, С.Г. Шаповаленко, Г.Г. Швецов и др.).

Для решения поставленных задач были использованы следующие **методы исследования:**

- теоретические: анализ философской, психолого-педагогической и дидактико-методической литературы по теме исследования, сравнение, обобщение, методы моделирования и конструирования процесса формирования ЛУУД на уроках химии;
- эмпирические: педагогическое наблюдение, анкетирование, педагогический эксперимент, педагогическое проектирование учебных ситуаций, математические и статистические методы обработки и анализа полученных результатов.

Организация исследования включала следующие этапы:

1. **Подготовительный** (1998-2005гг): анализ современных психолого-педагогических и дидактико-методических научных исследований

по проблеме формирования и развития логических универсальных учебных действий в обучении химии, изучение опыта ученых исследователей и учителей, выявление основных противоречий, формулирование концепции и методики исследования.

2. **Проектировочный** (2005-2012гг): выбор подходов, разработка методики формирования и развития логических универсальных учебных действий, изучение влияния сформированности ЛУУД на раскрытие личности учащихся, конструирование образовательной технологии, педагогическое проектирование учебных ситуаций.

3. **Практический** (2012-2020гг): организация и проведение педагогического эксперимента с целью определения эффективности разработанной методики. Педагогический эксперимент также включал 3 этапа. Длительность педагогического эксперимента составила более 8 лет и заняла период с 2012г по 2020г.

Этапы педагогического эксперимента

❖ **Поисковый** включал изучение подходов к формированию логических универсальных учебных действий в дидактике и предметных методиках и выявление существующей проблемы. Использованы данные 1700 обучающихся пятнадцати образовательных учреждений г.о. Королев Московской области (представленных гимназиями, лицеями и средними общеобразовательными школами).

❖ **Констатирующий.** Определены причины низкого уровня сформированности логических универсальных учебных действий и выдвинута гипотеза. Для решения выявленной проблемы нами была разработана методика формирования ЛУУД в процессе обучения химии и методический инструментарий, включающий технологию формирования ЛУУД. В констатирующем этапе приняли участие 3100 обучающихся.

❖ **Формирующий** продолжительностью 2 года, состоял из трех ступеней и был призван проследить изменения и тенденции в динамике с учетом использования методики формирования логических универсальных

учебных действий, в частности, применения преподавателями в учебном процессе технологии формирования логических универсальных учебных действий. В формирующем этапе приняли участие 98 обучающихся и 16 учителей химии пятнадцати образовательных учреждений (представленных гимназиями, лицеями и средними общеобразовательными школами) г.о. Королев Московской области.

4. Заключительный (результативно-обобщающий, 2020-2022): математическая и статистическая обработка, анализ и обобщение результатов педагогического исследования, выявление возможных рисков и путей их коррекции, формулирование выводов, написание заключения, подготовка педагогических рекомендаций по организации учебного процесса с учетом формирования ЛУУД учащихся.

Научная новизна исследования заключается в разработке целостной методики формирования логических универсальных учебных действий обучающихся в процессе решения различных познавательных задач средствами химического эксперимента (лабораторного, демонстрационного, виртуального); а также разработкой и апробацией методического инструментария (технология формирования логических универсальных учебных действий), позволяющего эффективно организовать учебно-познавательную деятельность учащихся посредством современных образовательных технологий, в системе рассматривающих процесс обучения химии.

Теоретическая значимость исследования состоит в том, что:

- 1) Определены методические условия формирования ЛУУД на уроках химии: а) логически правильное, продуманное и четкое выстраивание предлагаемого учащимся материала, чтобы формирование ЛУУД стало естественным следствием процесса изучения каждой новой темы; б) формирование у школьников навыков составления опорных конспектов на основе анализа учебного материала, постановки проблемы и самостоятельного поиска путей ее решения; в) предпочтительное

составление опорных конспектов и схем в рукописном варианте для целенаправленного самостоятельного структурирования информации, ее анализа и фиксации в виде опорных схем и конспектов.

- 2) Разработана методика формирования ЛУУД обучающихся на уроках химии и методический инструментарий, позволяющий целенаправленно формировать логическое мышление. Особенности методики являются: конструирование урока в логике поэтапного формирования ЛУУД с обязательным использованием проблемного химического эксперимента; фиксация содержания урока в виде опорных конспектов; самостоятельное составление опорных конспектов обучающимися; выстраивание четкой логической структуры введения нового материала; постоянное отслеживание динамики уровня сформированности ЛУУД и коррекция.
- 3) Уточнено определение логических универсальных учебных действий, сущность которого представляется как совокупность способов действий, позволяющих сформировать логическое мышление обучающихся на уроках химии. Понятие «Логические универсальные учебные действия» рассматривается как единая целостная система, включающая базовые логические УУД (анализ, синтез, подведение под понятие, сравнение, установление причинно-следственных связей, построение логической цепи рассуждений, доказательство) и базовые исследовательские УУД (формулирование гипотезы и ее доказательство, постановка проблемы и поиск путей ее решения).

Практическая значимость исследования состоит в том, что:

а) разработаны методические рекомендации для учителей по организации учебно-познавательной деятельности школьников, направленной на формирование и развитие ЛУУД средствами современных образовательных технологий;

б) авторская система опорных конспектов и алгоритм соотнесения выполнения каждого этапа учебного задания с последовательным и параллельным использованием логических учебных действий может

использоваться в учебном процессе в образовательных учреждениях общего образования;

в) сконструирована и реализована в Московской области дополнительная профессиональная программа (повышения квалификации) «Предметно-методическая компетентность учителя химии в формировании познавательных логических универсальных учебных действий при решении расчетных задач высокого уровня сложности в условиях реализации ФГОС СОО»;

г) сконструирован и реализуется в г.о. Королев Московской области постоянно действующий семинар «Развитие профессиональной компетентности учителей химии: формирование логических универсальных учебных действий»;

д) определены и обоснованы особенности конструирования современного урока с учетом формирования логических универсальных учебных действий.

е) разработаны и регулярно проводятся вебинары по методике формирования ЛУУД обучающихся для преподавателей химии, биологии, магистрантов и студентов.

Достоверность и обоснованность результатов исследования обеспечивают: реализация разработанной нами методики формирования ЛУУД учащихся в процессе обучения химии; сопоставление цели и гипотезы исследования с данными осуществленного нами лонгитюдного педагогического эксперимента. Достоверность и обоснованность результатов подтверждается репрезентативностью выборки исследования, математической и статистической обработкой экспериментальных данных при помощи пакетов прикладных программ Statistica 10 и SAS JMP 11 (включающих такие специализированные статистические модули как непараметрическая статистика, дисперсионный анализ, факторный анализ, нелинейное оценивание и др.). Результаты эмпирического исследования

отражены в таблицах, диаграммах и рисунках, в значительной степени повышающих наглядность изложенных материалов.

Внедрение и апробация результатов исследования. Основные положения и результаты исследования обсуждались и получили высокую оценку (диплом I степени) на Международной научной конференции молодых ученых «Наука на благо человечества» (г. Мытищи), Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Естественнонаучное и географическое образование в условиях обновления учебного содержания и цифровой трансформации процесса обучения» (г. Москва), V Международной научно-практической интернет-конференции «Развитие культурно–образовательной среды как фактор самореализации личности» (г. Москва), Региональной учебно-методической конференции с международным участием «Инновации в образовании» (г. Краснодар). Результаты исследования внедрялись путем публикации статей, проведения практических занятий со студентами, городских и региональных конференций, семинаров и мастер-классов для учителей химии. Разработан и реализуется на постоянной основе в г.о. Королев Московской области постоянно действующий семинар «Развитие профессиональной компетентности учителей химии: формирование логических универсальных учебных действий». Разработана и реализована в практике муниципальных образовательных учреждений дополнительная профессиональная программа (повышения квалификации) «Предметно-методическая компетентность учителя химии в формировании познавательных логических универсальных учебных действий при решении расчетных задач высокого уровня сложности в условиях реализации ФГОС СОО» (72 часа).

Положения, выносимые на защиту.

1) ЛУУД – совокупность способов действий, позволяющих сформировать логическое мышление обучающихся на уроках химии. Понятие ЛУУД рассматривается как единая целостная система, включающая базовые логические УУД (анализ, синтез, подведение под понятие,

сравнение, установление причинно-следственных связей, построение логической цепи рассуждений, доказательство) и базовые исследовательские УУД (формулирование гипотезы и ее доказательство, постановка проблемы и поиск путей ее решения).

2) Основой методики формирования логических универсальных учебных действий является система опорных конспектов для развития логического мышления учащихся, логика подачи учебного материала и система практических заданий, химического эксперимента, основанного на создании проблемных ситуаций и самостоятельного поиска их решения.

3) Технология формирования логических универсальных учебных действий для организации учебно-познавательной деятельности учащихся на уроках химии, позволяет существенно повысить уровень сформированности ЛУУД обучающихся.

Объем и структура диссертации. Диссертация состоит из введения, трех глав, выводов, заключения, списка сокращений и условных обозначений, списка литературы, списка иллюстративных материалов и приложений. В диссертации представлены 26 рисунков, 49 таблиц (включая 34 таблицы в приложении). Список литературы включает 242 источника.

Глава 1. Теоретические подходы к определению и формированию логических универсальных учебных действий (ЛУУД)

1.1. Дидактико-методологические подходы к формированию ЛУУД

Центральным понятием нашего исследования является понятие логических универсальных учебных действий. Рассмотрим его дефиниции. Впервые термин «универсальные образовательные действия» (позднее «универсальные учебные действия») в педагогике ввел А.Г. Асмолов, предложив концепцию развития универсальных действий на основе системно-деятельностного подхода научной школы Л.С. Выготского, А.Н. Леонтьева, Д.Б. Эльконина и П.Я. Гальперина. В широком смысле универсальные образовательные действия определяются А.Г. Асмоловым как умение учиться, а в узком смысле – как совокупность способов действия, которые позволяют найти пути к самостоятельному усвоению новых знаний, умений, навыков [4]. А.Г. Асмолов описывает универсальные образовательные действия как целостную систему познания, а логические действия – как процесс выстраивания исследования и совокупность логических операций по обработке, обобщению и использованию получаемой школьниками информации. В концепции развития УУД выделяют четыре блока: личностные, регулятивные, познавательные и коммуникативные УУД. На Рисунках 1.1. и 1.2. отражена данная классификация УУД.

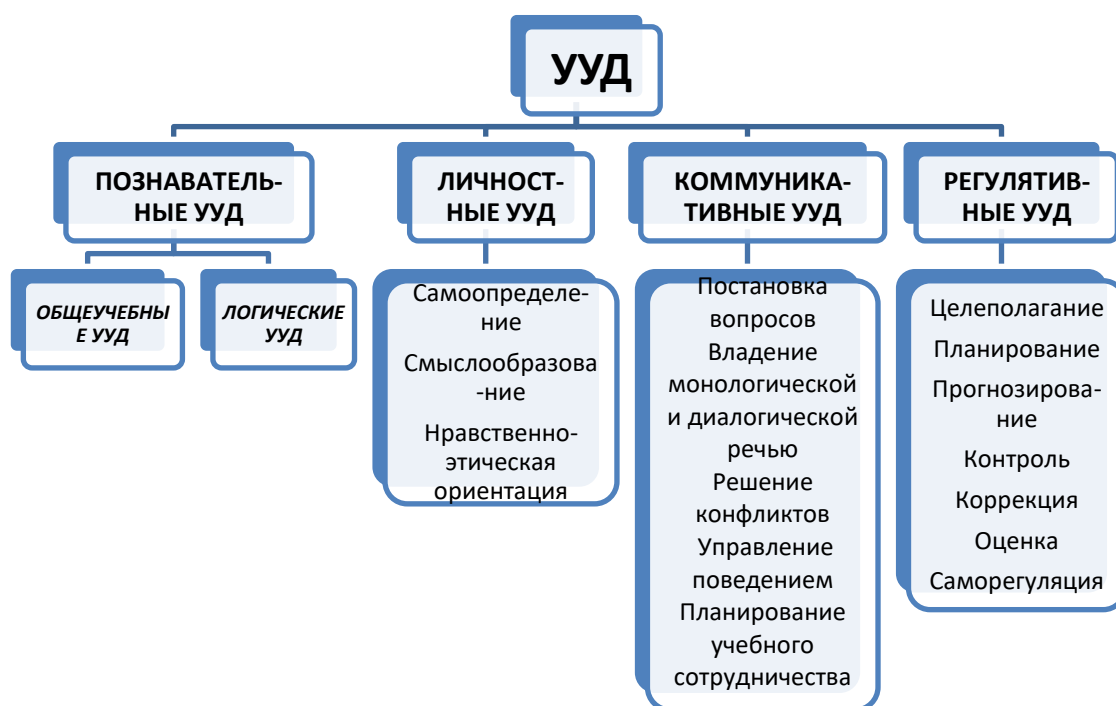


Рисунок 1.1. Классификация универсальных учебных действий согласно их развитию



Рисунок 1.2. Классификация познавательных универсальных учебных действий

В процессе обучения химии умения удобно разделять на личностные (регулятивные и коммуникационные), метапредметные (познавательные) и предметные (специфические), что и было отражено в Федеральном государственном образовательном стандарте основного общего образования и среднего общего образования (утвержден приказом № 413 от 17 мая 2012г). Новый Федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования (утвержден приказом № 287 от 31.05.2021г), как и прежде, требует системно-деятельностного подхода, но, вместе с тем, более конкретно определяет требования к личностным и метапредметным образовательным результатам (если в предыдущих стандартах они были просто перечислены, то в новых они описаны по группам) [<https://fgos.ru/>]. Метапредметные результаты группируются по видам универсальных учебных действий, которые подразделяются на универсальные учебные познавательные действия (базовые логические, базовые исследовательские, работа с информацией), универсальные учебные коммуникативные действия (общение, совместная деятельность), универсальные учебные регулятивные действия (самоорганизация, самоконтроль), что видно из Таблицы 1.1.

Таблица 1.1. Классификация универсальных учебных действий согласно требованиям ФГОС (от 31.05.2021)

Личностные УУД	Регулятив ные УУД	Познавательные УУД			Коммуни кативны е УУД
		Работа с информаци ей	Базовые исследовате льские	Базовые логические	
Самоопределе ние Смыслообразо вание Нравственно- этическая ориентация <i>Результаты группируются по направлениям воспитания</i>	Самоорган изация Самоконтр оль	Информацио нный поиск Локализация и фиксирован ие информации Анализ Сравнение	Выдвижение гипотезы и ее обоснование Постановка проблемы и поиск пути ее решения Создание алгоритмов	Анализ Синтез Подведение под понятие Сравнение (классификация) Установление причинно- следственных связей Построение логической цепи рассуждений Доказательство	Общение Совместн ая деятельн ость

Таким образом, новый Федеральный государственный образовательный стандарт предполагает реализацию посредством системно-деятельностного подхода с учетом возрастных и индивидуальных особенностей учащихся и предполагает единство образовательных требований к результатам освоения программ. Поэтому на первое место выходит необходимость формирования универсальных учебных действий средствами образовательных предметов.¹

Методология нашего исследования опирается на:

- теорию развивающего обучения химии (В.В. Давыдов, Г.Д. Кириллова, Н.Е. Кузнецова, И.М. Титова, И.С. Якиманская и др.);
- теорию поэтапного формирования умственных действий (П.Я. Гальперин, Н.Ф. Талызина и др.);
- принципы деятельностного, личностно-ориентированного, индивидуализированного и проблемного подходов в обучении химии (Т.А. Боровских, С.А. Волкова, Т.М. Ефимова, Н.Е. Кузнецова, М.И. Махмутов, Е.В. Миренкова, Т.С. Назарова, П.А. Оржековский, В.В. Пасечник, О.Н. Рыжова, М.А. Шаталов, Г.Г. Швецов и др.);
- современные исследования в области теории и методики обучения химии (П.Д. Васильева, С.А. Волкова, Ю.Ю. Гавронская, В.Н. Давыдов, К.Е. Егорова, А.А. Журин, Н.Е. Кузнецова, Е.Е. Минченков, Т.С. Назарова, П.А. Оржековский, М.С. Пак, Ю.В. Сурин, Г.М. Чернобельская, С.Г. Шаповаленко, М.А. Шаталов и др.);
- методику и технологии формирования систем химических понятий и умений обучающихся в условиях современной информационной среды (А.А. Бобров, С.А. Волкова, Т.М. Ефимова, Н.Е. Кузнецова, Е.Е. Минченков, В.Н. Давыдов, А.А. Журин, Т.С. Назарова, Ю.В. Сурин, А.В. Усова, Л.А. Цветков, С.Г. Шаповаленко, Г.Г. Швецов и др.).

¹ Закаблук, О. В. Использование технологии формирования познавательных логических универсальных учебных действий в курсе учебного предмета "химия" в условиях реализации ФГОС СОО / О. В. Закаблук // Вестник РМАТ. – 2021. – № 2. – С. 64-73. – EDN DEENYX.

В последнее время, как отмечает А.В. Коржув, проблема глоссария педагогики усугубляется интенсивной экстраполяцией понятий различных областей знаний в педагогику, что приводит к возникновению проблем в терминологии [117]. Многие дидакты и методисты занимались проблемами развития мышления (А.А. Бобров, С.А. Волкова, П.Я. Гальперин, Н.Е. Кузнецова, Т.Н. Литвинова, Е.Е. Минченков, Т.С. Назарова, П.А. Оржековский, В.В. Пасечник, Н.Ф. Талызина, А.В. Усова, С.Г. Шаповаленко, М.А. Шаталов и др.). Вслед за С.А. Волковой и Н.Е. Кузнецовой мы считаем, что универсальные учебные действия в химии не могут быть реализованы вне предметных результатов, то есть универсальных учебных умений, которые представляют собой сплав химических знаний, специфических умений, творческого опыта и ценностных отношений. Иными словами, умения – это личностные способы выполнения действий, среди которых можно выделить общечеловеческие (интеллектуального характера), общеучебные (межпредметного и регулятивного характера), специфические (предметные и метапредметные). А вместе они и формируют общетрудовые умения [57, 124, 125, 130]. В основе методологического подхода – изучение знаний в действии, укрупнение дидактических единиц усвоения систем умений, повышение уровня и расширение сферы переноса умений, развитие познавательной самостоятельности и алгоритмической грамотности. Знание познается в действии (деятельности), осуществляемом в результате произвольной или преднамеренной активности, а каждое действие состоит из операций. Следовательно, алгоритмизация и создание опорных схем позволяет структурировать и подавать материал в правильной логике (сначала – алгоритмизированное введение базы, затем – творчество на ее основе), что рассматривается в работах С.А. Волковой и Н.Е. Кузнецовой [65, 133, 144].

Действие (деятельность) – дидактическая единица в психологии. Л.Б. Эльконин предлагает трехкомпонентную структуру деятельности: **мотив – действие – контроль**. В дидактике и предметных методиках

структура деятельности раскрыта в развернутом виде. Общепринятую в дидактике структуру деятельности можно выразить следующей схемой: **цель – содержание – мотив – способы действий (УУД) – контроль действий – оценка результатов**. Опираясь на эту структуру, можно управлять учением.

В соответствии с этой структурой, учитывая специфику химии и требования Федерального государственного стандарта, мы предлагаем уточнить понятие **логических универсальных учебных действий как совокупность способов действий, позволяющих сформировать логическое мышление обучающихся на уроках химии**, что отражено на Рисунке 1.3.



Рис. 1.3. Логические универсальные учебные действия в структуре деятельности.

В структуре универсальных учебных действий мы отобрали действия, которые оказывают влияние на формирование мышления (как на процесс познания, так и на процесс управления) и назвали их **логическими универсальными учебными действиями (ЛУУД)**. Они включают базовые логические универсальные учебные действия и базовые исследовательские универсальные учебные действия. Базовые логические УУД включают анализ, синтез, подведение под понятие, сравнение (классификация), установление причинно-следственных связей, построение логической цепи

рассуждений, доказательство. К базовым исследовательским УУД относятся выдвижение гипотезы и ее обоснование, постановка проблемы и поиск пути ее решения. Структура ЛУУД отражена на Рисунке 1.4.



Рисунок 1.4. Структура логических универсальных учебных действий

Каждое логическое универсальное учебное действие имеет свою внутреннюю логику и требует определенного подхода для качественного формирования. Рассмотрим все их подробно, применительно к особенностям процесса обучения химии².

1. Анализ одного объекта или группы объектов с целью выделения их признаков, которые впоследствии необходимо отнести к существенным или к несущественным. Несущественные признаки должны быть отсеяны для исключения возможного искажения результата. По всем выявленным существенным признакам проводится дальнейший анализ. Основная проблема в данном случае – это неумение учащимися отделять важные и

² Закаблук, О. В. Формирование у обучающихся логических универсальных учебных действий в процессе обучения химии как планируемый результат ФГОС ОО / О. В. Закаблук, С. А. Волкова // Профильная школа. – 2022. – Т. 10. – № 2. – С. 46-53. – DOI 10.12737/1998-0744-2022-10-2-46-53. – EDN GBXTRC.

определяющие признаки, характеризующие именно этот объект от признаков и характеристик, принадлежащих целой группе разнородных объектов. Вторым, но не менее важным затруднением является неполный и неточный отбор признаков в группу, задающую логику и порядок дальнейшей работы. Как показало данное исследование, анализ является одним из самых сложных логических универсальных учебных действий и наиболее трудоемким в формировании. Ошибки, допущенные при проведении анализа на начальном этапе, во всех изученных нами случаях, обнуляют всю проводимую последующую работу учащегося. В частности, при решении задачи на вывод формулы органического вещества, самым сложным этапом для учащегося является переход от эмпирической формулы к молекулярной и, далее, к структурной формуле. Например, получив эмпирическую формулу углеводорода состава C_2H_3 (в условии задачи указано, что все атомы углерода являются вторичными), ученик сначала должен проанализировать соотношение углерода и водорода, выявив невозможность существования углеводорода с нечетным количеством водорода и сделать вывод о минимально допустимом соотношении C_4H_6 . Далее анализируется количество атомов водорода в предполагаемой молекуле (в данном случае не хватает двух атомов водорода), определяются характеристики, дающие такое уменьшение и осуществляется выход на возможные классы (в этой задаче уменьшение водорода может быть вызвано наличием в веществе одной тройной связи, двух двойных, сочетанием одной двойной связи и цикла, что приводит к необходимости дальнейшего выбора между алкадиеном, алкином и циклоалкеном). Уже на этом этапе многие школьники допускают серьезную ошибку, пропуская в анализе циклоалкен (циклобутен заложен в задачу в качестве верного ответа), после чего дальнейший анализ заводит в тупик, так как невозможно составить формулы алкина и алкадиена, содержащих только вторичные атомы углерода. Но, даже если учащиеся верно определили класс (циклоалкен), найденный ответ может привести к затруднениям уже у детей с сильной структурной логикой, которые приходят

к выводу о низкой вероятности образования циклобутена (на основе прогноза величин валентных углов на основании типа гибридизации, что ведет к неизбежному ослаблению углеродных сигма-связей). В статье С.А. Волковой [44] приведен пример задачи на нахождение формул углеводов, имеющих эмпирическую формулу CH . Анализ текста задачи и состава всех изученных классов углеводов приводит обучающихся к выводу о том, что это бензол C_6H_6 и полистирол $(\text{C}_8\text{H}_8)_n$.

2. Синтез. Как правило, проводится учащимся на промежуточном или завершающем этапе выполнения задания. Подразумевает составление целого из отдельных, заранее подготовленных частей проанализированного и выстроенного в строго определенной логике материала. В условиях современной реальности требует от выпускника обязательного умения самостоятельно достраивать недостающие фрагменты информации (это самый сложный этап, поскольку, при наличии малейшей допущенной учащимся неточности, будет выстроена неверная или неполная система, из-за чего проведенные на ее основе расчеты не приведут к корректному результату).

3. Подведение под понятие, выведение следствий. Предваряет анализ и представляет собой отбор необходимых и достаточных признаков для однозначного и правильного распознавания объекта. После чего следует выведение следствия о принадлежности объекта к тому или иному понятию, на основе которого и будет производиться анализ. Например, при решении расчетных задач высокого уровня сложности по химии, одним из наиболее сложных объектов для подведения под понятие является определение принадлежности процессов, протекающих при осуществлении химических реакций как приводящих к образованию альтернативных продуктов в растворах электролитов. Невозможность увидеть саму возможность существования альтернативных продуктов в задании сразу выводит выпускника на совершенно неприемлемый путь решения.

4. Сравнение. Выпускнику, прежде всего, важен адекватный выбор оснований и критериев для сравнения, сериации (упорядочения объектов по определенному признаку). Построение правильной последовательности необходимо не только на начальных этапах работы с материалом задания, но и будет представлять собой базу для последующего проведения синтеза. Самый сложный вариант тот, при котором известна лишь часть элементов, из которых нужно выстроить последовательность, так как при этом требуется не только установить правильную закономерность, но и достроить ее. Далее следует классифицирование объекта или группы объектов с максимально возможной детализацией. Приведем наглядный пример. При выполнении простейшего задания (на составление несложного уравнения реакции), учащийся должен не просто определить принадлежность вещества к классу оксидов (исключив при этом возможность образования пероксидов, которые по внешним признакам неотличимы от оксидов, но имеют ряд особенных характеристик и признаков), но и уточнить, к какой конкретно разновидности оксидов (основным, амфотерным, несолеобразующим, кислотным) относится указанное в условии вещество. С учетом того, что один и тот же металл может иметь несколько оксидов, принадлежащих к абсолютно разным подвидам, кардинально различающимся химическими свойствами и поведением в реакциях, недостаточная степень сформированности данного логического универсального учебного действия является катастрофической на самых первых этапах изучения химии уже в восьмом классе.

5. Установление причинно-следственных связей. Сначала определимся с понятиями причины и следствия. В научной литературе причина – это такое явление, процесс или предмет, который уже в силу своего существования вызывает определенные изменения окружающего мира, то есть следствия. Применительно к изучению учебного предмета «Химия», неадекватное понимание причинно-следственных связей и неумение самостоятельного их установления ведет, в лучшем случае, к зазубриванию огромных объемов теоретического материала (на

определенном этапе, который наступает из-за специфических особенностей предмета довольно быстро, зубрежка становится невозможной и бессмысленной). Можно сделать обоснованный вывод, что установление причинно-следственных связей относится к сложным умозаклучениям. Приведем пример. В восьмом классе по общеобразовательной программе образовательного учреждения любого типа изучается тема «Периодическая система химических элементов». Внутри нее рассматриваются изменения свойств элементов в группах и периодах. Всего рассматривается шесть основных понятий и особенности их усиления и ослабления при движении в определенном направлении по Периодической системе. Это такие понятия как: металлические свойства, неметаллические свойства, восстановительные свойства, окислительные свойства, электроотрицательность, радиус нейтрального атома. Выглядит сложным для понимания, хотя, если установить причинно-следственные связи между ними и характером изменения электронных конфигураций элементов, то становится очевидным, что в основе всех изменений одна единственная причина, а все остальное – следствия ее.³ Это видно из Таблицы 1.2.

Учащемуся необходимо разделить изучаемые понятия на две группы по определяющему фактору (отдача или принятие электронов), рассмотреть причину изменения понятия в заданном направлении (ослабление связи с ядром внешних электронов) и сделать умозаклучение о характере изменений.

6. Построение логической цепи рассуждений в литературе подразумевает цепочку умозаклучений по какой-либо теме, изложенных в логически последовательной форме, а также анализ истинности утверждений. Рассматриваемое логическое универсальное учебное действие чаще всего работает параллельно с другими универсальными учебными действиями, часто завершает анализ и предваряет синтез.

³ Закаблук, О. В. Формирование у обучающихся логических универсальных учебных действий в процессе обучения химии как планируемый результат ФГОС ОО / О. В. Закаблук, С. А. Волкова // Профильная школа. – 2022. – Т. 10. – № 2. – С. 46-53. – DOI 10.12737/1998-0744-2022-10-2-46-53. – EDN GBXTRC.

**Таблица 1.2. Пример установления причинно-следственных связей
в теме «Периодическая система химических элементов»**

Причина (характер изменения электронных конфигураций элементов)	Следствия	Понятия, для которых определяем закономерности изменения	Внутренняя суть понятия, отнесение его к требуемой категории	Прогнозиру емое изменение свойств
В направлении сверху вниз происходит увеличение количества энергетических уровней (электронных слоев), в связи с этим ослабевает притяжение внешних электронов к ядру атома	Все свойства, связанные с отдачей электронов возрастают, а все свойства, связанные с принятием электронов ослабевают сверху вниз	Восстановительные свойства Металлические свойства	Отдача электронов	Возрастают в группе в направлении и сверху вниз
		Радиус нейтрального атома	Расстояние от ядра до электронного максимума внешней орбитали	
		Окислительные свойства Неметаллические свойства Электроотрицательность	Принятие электронов	Убывают в группе в направлении и сверху вниз

7. Доказательство мы будем рассматривать как рассуждение по определенным логическим правилам, выведенным учащимся (или используемым им готовых, изученных ранее правил и исключений из них), обосновывающее истинность гипотезы, утверждения или выведенной закономерности. Применительно к решению расчетных задач высокого уровня сложности по химии, единственным доказательством правильности рассуждений, умозаключений, анализа, построенной логической цепи и синтеза на ее основе будет являться получение расчетных данных, полностью удовлетворяющих всем условиям задания и не противоречащих здравому смыслу.

8. Выдвижение гипотез и их обоснование предопределяет всю внутреннюю логику исследования поставленной перед учеником задачи. Чем выше уровень сложности расчетной задачи, тем больше гипотез нужно выдвинуть и последовательно проверить, отвергнув все, не в полной мере отвечающие заданным условиям. Исследование показало, что способность

выпускников к выдвижению гипотез является одним из наиболее слабо сформированных логических универсальных учебных действий у старшеклассников (хуже только ситуация с формулированием проблемы и поиском самостоятельного пути ее решения).

9. Формулирование проблемы, пожалуй, самое сложное для формирования познавательное логическое универсальное учебное действие. Оно включает определение проблемы, ее причины, возможности разрешения, поиск и отбор путей решения. Данное исследование показало, что к 10-11 классам у старшеклассников практически отсутствует данное логическое учебное действие даже на самом низком уровне сформированности. Буквально у единиц учащихся нами был выявлен средний или высокий уровень его сформированности. Поскольку еще А. Энштейн указывал, что «формулирование проблемы является часто значительно более важным, чем ее решение, которое может быть просто делом математических или исследовательских навыков», трудно переоценить важность формирования данного логического универсального учебного действия.

10. Самостоятельное создание способов решения проблем творческого и поискового характера находится в прямой зависимости от возможности учащегося сформулировать саму проблему, или хотя бы понять ее суть (если ему она уже предложена для решения в определенной формулировке). Невозможно формирование данного логического универсального учебного действия в случае, если у выпускника низкий уровень сформированности всех вышеперечисленных логических универсальных учебных действий.

Все логические универсальные учебные действия могут формироваться как последовательно, так и параллельно.⁴

В проведенном нами исследовании рассматривалась корреляция между уровнем сформированности познавательных логических универсальных

⁴ Закаблук, О. В. Формирование у обучающихся логических универсальных учебных действий в процессе обучения химии как планируемый результат ФГОС ОО / О. В. Закаблук, С. А. Волкова // Профильная школа. – 2022. – Т. 10. – № 2. – С. 46-53. – DOI 10.12737/1998-0744-2022-10-2-46-53. – EDN GBXTRC.

учебных действий и результатами решения заданий по химии высокого уровня сложности. Также изучалась взаимосвязь всех показателей с возрастом (классом) и типом учебного заведения.

В качестве критериев сформированности познавательных логических универсальных учебных действий нами оценивались: полнота действия, разумность, осознанность, обобщенность, критичность, освоенность (мера овладения действием). Рассматривались следующие уровни:

1 уровень: отсутствие учебных действий как целостных единиц деятельности.

2 уровень: выполнение действия только по алгоритму

3 уровень: неадекватный перенос действий на новые виды задач

4 уровень: адекватный перенос действий на новые виды задач

5 уровень: самостоятельное построение новых учебных действий на основе развернутого анализа условий задачи и ранее усвоенных способов действий

6 уровень: обобщение учебных действий (на основе выявления общих принципов построения новых способов действий) и выведение нового способа для каждой конкретной задачи [207].

1.2. Методические особенности формирования ЛУУД у учащихся при изучении химии

В данном исследовании предпринята попытка на примере конкретного учебного материала по химии показать соответствие соотнесения различных заданий, теоретических блоков материала и упражнений с возможностями формирования каждого отдельного вида логических универсальных учебных действий у старшеклассников.

Поскольку в учебном предмете «Химия» можно условно выделить четыре больших блока («Общая химия», «Неорганическая химия», «Органическая химия», «Расчетные задачи»), то необходимо подробнее

рассмотреть их структуру и особенности построения логических связей и взаимодействия между ними.

К блоку «Общая химия» можно отнести следующие разделы:

1. Строение атома (является базовой темой для понимания всего последующего материала, проблемы с освоением этого блока ведут к недопониманию сути как органической, так и неорганической химии и, как следствие к формированию отрывочных и бессистемных знаний).
2. Химическая связь (основана на материале предыдущей темы, закладывает основы понимания самой сущности строения всех, без исключения, химических веществ). Именно при изучении данной темы формируется полное и правильное осознание понятий «валентность» и «степень окисления» как основы для образования всего множества органических и неорганических веществ и последующих взаимодействий между ними.
3. Номенклатура и классификация органических и неорганических веществ. В данном разделе важно продемонстрировать учащимся единый подход в изучении трех используемых номенклатур (тривиальной, рациональной и систематической) при составлении и назывании формул любых веществ в органике и неорганике. Например, обучающиеся не понимают логики применения суффиксов в названиях кислот и анионов кислотных остатков, основанной на анализе степени окисления химического элемента, что неизбежно ведет к зубрежке и многочисленным ошибкам. В нашем эксперименте объяснение логики использования суффиксов в названиях (суффикс «ид» - бинарное соединение, суффикс «ат» - высшую степень окисления элемента в анионе кислотного остатка, окончание «ая» - высшую степень окисления кислотообразующего элемента и др.) привело к значительному уменьшению ошибок у учеников и росту лояльности к химии и энтузиазму при ее изучении. Фрагмент одного из вариантов опорного конспекта приведен на Рисунке 1.5.

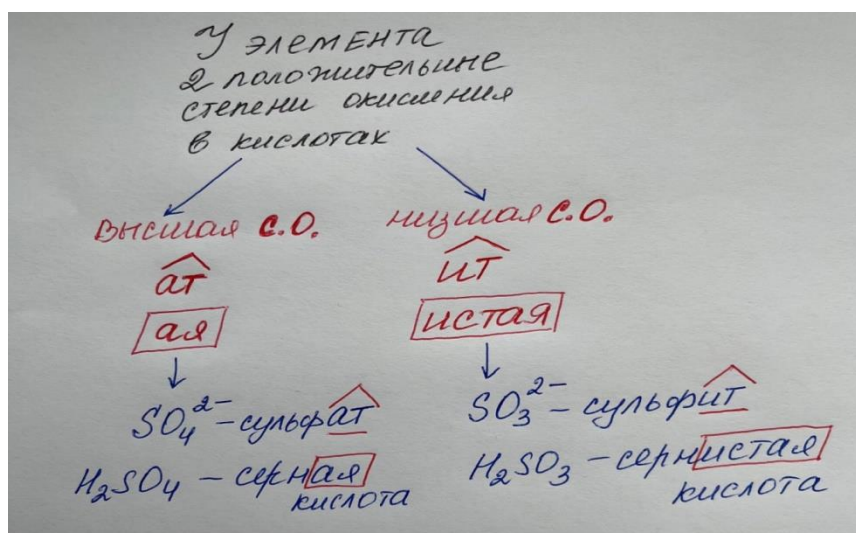


Рис. 1.5. Фрагмент опорного конспекта при изучении названий неорганических кислот и анионов кислотных остатков.

4. Типы химических реакций в органической и неорганической химии (демонстрирует особенности разрыва старых и образования новых химических связей).
5. Электролитическая диссоциация как база для понимания поведения органических и неорганических веществ в растворах и расплавах; выделение сильных и слабых электролитов и различия в условиях их образования и взаимодействия. Отсутствие хорошего уровня понимания данной темы препятствует полноценному формированию знаний, умений и навыков в двух последующих темах.
6. Реакции ионного обмена как разновидность реакций, протекающих без изменения степеней окисления атомов реагирующих веществ (расширяется и дополняется гидролизом).
7. Окислительно-восстановительные реакции как разновидность реакций, протекающих с изменением степеней окисления атомов реагирующих веществ (подразумевает использование метода электронного баланса для расстановки коэффициентов в уравнениях реакций). Но, на данный момент, требования, предъявляемые единым государственным

экзаменом по химии к степени освоения данной темы таковы, что часть выпускников вынуждена дополнительно осваивать ионно-электронный метод (ранее преподавался только в ВУЗах), сложность которого на порядок выше. Расширяется материал электролизом расплавов и растворов различных классов соединений.

8. Химическая энергетика, рассматривающая тепловые эффекты протекающих реакций.
9. Химическая кинетика, изучающая скорость химических реакций и ее зависимость от различных факторов. Причем, простого понимания сейчас недостаточно, необходимо умение подтверждать свои рассуждения расчетами.
10. Химическое равновесие (базируется на знании всех предыдущих тем), условия его смещения.
11. Растворы, включающие понятия всех видов концентрации (массовой доли, мольной доли, растворимости, pH) и способов их выражения и перевода друг в друга.

На данный момент в первом блоке в базовую программу общеобразовательных учреждений не входит раздел «Газовые законы» и «Ядерные реакции», так как предполагается, что учащиеся в достаточной степени освоят их в курсе учебного предмета «Физика».

Блоки «Неорганическая химия» и «Органическая химия» устроены одинаково, и включают следующие разделы:

1. Введение в блок (включает особенности номенклатуры, классификации, порядка и особенностей применения понятий «валентность» и «степень окисления», типологии и особенностей химических реакций). Именно этот раздел является определяющим для дальнейшего понимания любого из этих блоков, и любые ошибки в формировании ЗУН этого раздела очень дорого обходятся в дальнейшем (и в плане временных затрат и в плане качества формирования необходимых умений и навыков).

2. Специфика отдельных классов органических или неорганических соединений.

Основной проблемой является то, что полноценное изучение блоков «Неорганическая химия» и «Органическая химия» возможно лишь при наличии высокого уровня сформированности ЗУН блока «Общая химия».

Последний по порядку, но не по степени важности, блок «Расчетные задачи» включает задачи базового, повышенного и высокого уровней сложности сразу по всем трем вышеперечисленным блокам.

Единый государственный экзамен отражает структуру и логику учебного предмета и содержит задания для проверки сформированности ЗУН и ЛУУД по всем четырем разделам. Основной ошибкой при подготовке является убеждение ряда учащихся в том, что отсутствующие или низкие знания по какому либо одному блоку приведут к потере всего лишь 25% баллов на экзамене. Это в корне неверно, потому что каждый вопрос одновременно проверяет материал из трех, а в ряде заданий из всех четырех блоков. Например, вопрос по классификации химических реакций относится к блоку «Общая химия», но выборка ответов содержит одновременно органические и неорганические реакции. Поэтому, при недостаточном владении знаниями об особенностях всего лишь части органических или неорганических реакций, учащийся в принципе не способен провести адекватный анализ задания, а метод подбора или исключения не работает, так как задание является открытым (то есть не известно даже количество правильных ответов).

Результат вышеописанного следующий: при провале в понимании хотя бы одного блока выпускник теряет от 50% до 75% баллов (а не 25%, как он рассчитывал), и оказывается либо в группе обучающихся не преодолевших минимальный порог, либо в группе, получивших баллы, недостаточные для поступления в ВУЗ (ни на бюджетной, ни на платной основе).

Далее будут продемонстрированы особенности формирования познавательных логических учебных универсальных учебных действий на материале блока «Расчетные задачи».

Практически во всех общеобразовательных программах по химии расчетные задачи начинают рассматривать в теме «Составление химических формул» с ввода понятия «массовая доля». Уже при введении данного понятия идет активное формирование таких логических универсальных учебных действий как подведение под понятие, сравнение, выведение следствий, анализ, выдвижение гипотез и их обоснование. Это обусловлено тем, что понятие массовой доли, подразделяется на следующие разновидности: массовая доля элемента в сложном веществе, массовая доля вещества в растворе, массовая доля вещества в смеси (позже появится гораздо более сложное понятие массовой доли веществ в конечном растворе после окончания протекания всех химических реакций). Но, при этом, подход к изучению всех этих разновидностей един, а само понятие является универсальным. Поэтому, при правильном подходе учителя к изучению данного понятия и соответствующей подаче материала, идет активное формирование логических универсальных учебных действий.

Рассмотрим поэтапно формирование логических универсальных учебных действий на примере логически правильной подачи учебного материала: Таблицы 1.3., 1.4., 1.5.

Таблица 1.3. Формирование ЛУУД при введении понятия «Массовая доля»

Вводимый элемент или понятие	Формируемые ЛУУД	Деятельность		Планируемый результат	Возможные ошибки
		Учителя	Ученика		
Массовая доля	Подведение под понятие Сравнение	Создание проблемной ситуации с помощью наводящих вопросов.	Активизация межпредметных связей с алгеброй.	Понимание сущности термина «доля»	Учитель полностью дает определение массовой доли, не используя системно-деятельностный подход. ЛУУД не формируются.
	Выведение следствий	Коррекция вариантов учащихся, помощь в выведении итогового определения	Определение сути понятия массовой доли	Вывод определения понятия «Массовая доля».	
	Анализ Выдвижение гипотез и их обоснование	Направление анализа в требуемом порядке. Фиксация правильных гипотез	Определение условий и возможности использования понятия массовой доли	Понимание универсальности понятия массовой доли как части от целого, выраженного в различных единицах измерения	
	Подведение под понятие Сравнение Первичный анализ Выдвижение и проверка гипотезы	Направление анализа в требуемом порядке. Фиксация правильных гипотез и помощь в их проверке	Самостоятельный вывод формулы расчета для массовой доли элемента в веществе	Вывод формулы расчета для массовой доли элемента в веществе	

То есть, сначала учитель вводит само понятие массовой доли, но делает это не в виде готового определения, а подводит к нему серией наводящих вопросов через активизацию межпредметных связей с алгеброй. Учащиеся вспоминают понятие «доля» и различные аспекты его использования (отрабатывается подведение под понятие). После учитель уточняет

определение и на его основе производится попытка самостоятельного вывода формулы расчета для массовой доли элемента в веществе (активизируется подведение под понятие, сравнение, осуществляется первичный анализ, выдвигается и проверяется гипотеза). Далее необходимо произвести закрепление и перевод навыков на следующий уровень, что отражено в Таблице 1.4.

Таблица 1.4. Закрепление понятия «Массовая доля», продолжение формирования ЛУУД

Текст задачи	Формируемые ЛУУД	Деятельность		Планируемый результат	Проблема
		Учителя	Ученика		
Найти массовую долю элемента водорода в воде	Подведение под понятие	Помощь в оформлении записи решения.	Активизация межпредметных связей с алгеброй.	Определение массовой доли элемента водорода в воде: $w(H) = \frac{n(H) \cdot Ar(H)}{Mr(H_2O)} = \frac{2 \cdot 1}{18} = 0,1111$ (11,11%)	Учитель самостоятельно решает задачи. ЛУУД не формируются
Найти массовую долю элемента водорода в гидрофосфате аммония	Подведение под понятие Сравнение Первичный анализ Выдвижение и проверка гипотезы	Коррекция вариантов решения учащихся, помощь в оформлении записи решения	Предложение варианта расчета, на основе анализа	Определение массовой доли элемента водорода в гидрофосфате аммония: $w(H) = \frac{n(H) \cdot Ar(H)}{Mr((NH_4)_2HPO_4)} = \frac{9 \cdot 1}{132} = 0,0682$ (6,82%)	
Найти массовую долю элемента кислорода в медном купоросе	Подведение под понятие Сравнение Первичный анализ Выдвижение и проверка гипотезы	Направление анализа. Фиксация правильных гипотез Коррекция вариантов решения учащихся, помощь в оформлении записи решения	Определение условий и возможностей использования понятия массовой доли элемента в кристаллогидрате	Понимание универсальности понятия массовой доли как части от целого, выраженного в различных единицах измерения. Успешный расчет с учетом адекватного использования коэффициентов и индексов в $CuSO_4 \cdot 5H_2O$	

Таким образом, производится закрепление понятия путем решения нескольких расчетных задач (в каждой задаче условие незначительно меняется путем добавления более сложных формул, с различными

индексами, и завершается попыткой работы с кристаллогидратом как наиболее сложной формулой для расчета массовой доли элемента в веществе). При этом, при решении каждой последующей задачи, ученик вынужден заново выстраивать всю последовательную цепочку логических универсальных учебных действий (подведение под понятие, сравнение, проведение первичного анализа, выдвижение и проверка гипотезы).

Для перевода навыков на следующий уровень учитель предлагает самостоятельно вывести формулу расчета массовой доли вещества в растворе (начиная с растворов, состоящих из растворителя и одного растворенного вещества), что показано в Таблице 1.5. При этом составляется опорный конспект, который позволяет наглядно и исчерпывающе продемонстрировать особенности расчета.

Таблица 1.5. Развитие понятия «Массовая доля», определение массовой доли вещества в растворе, продолжение формирования ЛУУД

Задание	Формируемые ЛУУД	Деятельность		Планируемый результат	Проблема
		Учителя	Ученика		
Вывод формулы расчета массовой доли вещества в растворе	Подведение под понятие Сравнение Первичный анализ Выдвижение и проверка гипотезы	Помощь в оформлении записи формулы.	Активизация межпредметных связей с биологией. Самостоятельный вывод формулы расчета для массовой доли вещества в растворе	Определение формулы для расчета массовой доли вещества в растворе: $w(\text{вещества}) = \frac{m(\text{вещества})}{m(\text{раствора})}$, где масса раствора складывается из массы вещества и растворителя	Учитель самостоятельно решает задачи. ЛУУД не формируются
Нахождение массовой доли вещества в растворе, если известны массы растворенного вещества и растворителя	Подведение под понятие Сравнение Первичный анализ Выдвижение и проверка гипотезы	Фиксация правильных гипотез Коррекция вариантов решения учащихся, помощь в оформлении записи решения	Предложение варианта расчета на основе анализа	Правильное определение массовой доли вещества в растворе, если известны массы растворенного вещества и растворителя	

<i>Продолжение Таблицы 1.5.</i>					
Расчет массы растворенного вещества, если известна массовая доля вещества и масса раствора	Подведение под понятие Сравнение Первичный анализ Выдвижение и проверка гипотезы	Фиксация правильных гипотез Коррекция вариантов решения учащихся, помощь в оформлении записи решения	Предложение варианта расчета на основе анализа	Правильное определение массы растворенного вещества, если известна массовая доля вещества и масса раствора	
Расчет массы растворенного вещества, если известна его массовая доля и масса растворителя	Подведение под понятие Сравнение Первичный анализ Выдвижение и проверка гипотезы Синтез	Фиксация правильных гипотез Коррекция вариантов решения учащихся, помощь в проведении синтеза, помощь в оформлении записи решения	Определение необходимости введения переменной, построение последовательной цепочки ПЛУУД (с добавлением синтеза), использованием межпредметных связей с алгеброй и физикой, конвертирование единиц измерения. Предложение варианта расчета на основе анализа	Правильное определение массы растворенного вещества, если известна его массовая доля и масса растворителя с учетом корректного ввода переменной и решения математического уравнения с одним неизвестным	

В данном случае учитель предлагает самостоятельно вывести формулу расчета массовой доли вещества в растворе (начиная с растворов, состоящих из растворителя и одного растворенного вещества). Учащиеся вспоминают понятия «раствор», «растворитель», «растворенное вещество» и пробуют соотнести их с понятием «массовая доля». При этом последовательно задействуются следующие логические универсальные учебные действия: подведение под понятие, сравнение, выведение следствий, анализ,

выдвижение гипотезы и ее подтверждение. Производится закрепление новой формулы путем решения нескольких расчетных задач (но теперь используется расчет по формуле с различными исходными данными: а) нахождение массовой доли вещества в растворе, если известны массы растворенного вещества и растворителя; б) расчет массы растворенного вещества, если известна массовая доля вещества и масса раствора).

Последовательность расчетных задач, предлагаемая нами при продолжении формирования ЛУУД:

- 1) Найдите массовую долю соли в растворе, приготовленном из 25г соли и 75г воды.
- 2) Сколько (по массе) воды и соли потребуется для приготовления 200г 20%-го раствора?
- 3) Какую массу соли нужно растворить в 0,19кг воды, чтобы получить 10%-й раствор?

Завершает этот этап решение задачи, в которой требуется найти массу растворенного вещества, если известна его массовая доля и масса растворителя. Здесь ученик должен подняться на следующий уровень: к ранее использованным учащимся логическим универсальным учебным действиям ему приходится добавить синтез (увидеть необходимость введения переменной и применить это в решении). Одновременно, при решении данной задачи ученик вынужден не просто заново выстраивать всю последовательную цепочку логических универсальных учебных действий, но и выполнить это дважды, используя межпредметные связи с алгеброй и физикой, поскольку происходит конвертирование единиц измерения. Часто на этом этапе лишь незначительная часть учеников способна подняться на уровень простейшего синтеза, поэтому роль учителя заключается не в простой демонстрации «как надо», а в прохождении всей цепочки рассуждений вместе с детьми. Результатом такой совместной деятельности становится опорный конспект. Приведенный на Рисунке 1.6. опорный

конспект создан на основе последовательного разбора и решения следующей расчетной задачи:

Условие: «Как изменится массовая доля соли в растворе, если к 0,12 кг 10%-го раствора сульфата меди (II) добавить: а) 50 г воды; б) 5 г соли; в) 50 г 20%-го раствора соли; 10 г пентагидрата сульфата меди (II)».

				$m(крист.) \cdot w(соль)_{в крист.}$
		$+ 5_2$	$+ 50_2 \cdot 0,2$	$+ m(соль)_{из крист-та}$
$w(соль)_{конечная} = \frac{m_1(соль)}{m_1(р-ра)}$	$+ 50_2$	$+ 5_2$	$+ 50_2$	$+ 10_2$
	а	б	в	з

Рисунок 1.6. Опорный конспект: алгоритм расчета массовой доли вещества в растворе (в том числе при смешивании растворов)

Очень мотивирует учащихся на дальнейшее изучение предмета осознание того, что они выстроили практически всю логическую цепочку, и оставалось совсем немного до ее завершения. К тому же они видят, что это вполне им по силам, следовательно, мы успешно избегаем главного демотивирующего фактора (когда предмет выглядит слишком сложным и у ребенка «опускаются руки» из-за неверия в собственные способности).

Учитель должен суметь так логически правильно, продуманно и четко выстроить предлагаемый учащимся материал, чтобы формирование логических универсальных учебных действий стало естественным следствием процесса изучения каждой новой темы. Одновременно с этим, учащиеся формируют навык составления опорного конспекта на основе анализа учебного материала, постановки проблемы и самостоятельного поиска путей ее решения. Нужно отметить, что предпочтительнее составление опорных конспектов и схем не в печатном, а в рукописном варианте, что дает ученикам большую свободу творчества, возможность

быстрого видоизменения опорного конспекта, подстраивания его «под себя». В значительной степени активизируется зрительная память, происходит положительная эмоциональная окраска информации, что облегчает понимание и запоминание ее. В дальнейшем, обучающиеся начинают целенаправленно стремиться к самостоятельному структурированию информации, ее анализу и фиксации в виде опорных схем и конспектов.

1.3. Анализ существующего методического инструментария: современных образовательных технологий, направленных на формирование ЛУУД

При разработке нами методики формирования и развития логических универсальных учебных действий встал вопрос об эффективном методическом инструментарии (в первую очередь о наличии современных образовательных технологий, направленных на формирование и развитие логических универсальных учебных действий). Анализ показал, что на данный момент существует ряд технологий прямо или косвенно способствующих формированию ЛУУД у учащихся. Рассмотрим особенности этих технологий и их результативность в формировании ЛУУД, а также возможность адаптации к учебной дисциплине «Химия».

По В. П. Беспалько педагогическая технология – это «содержательная техника реализации учебного процесса». Каждая педагогическая технология представлена тремя аспектами: научным (который включает разработку цели и содержания, поиск методов и средств достижения запланированных результатов); процессуально описательным (подготовка алгоритма процесса, отбор методов и средств); процессуально действенным (реализация процесса, функционирование всех средств). Понятие педагогической технологии рассматривается на трех уровнях:

1 уровень – общепедагогическая технология (характеризует целостный образовательный процесс, включая совокупность целей, содержания, средств

и методов обучения, алгоритмы деятельности субъектов и объектов процесса);

2 уровень – частнопредметная педагогическая технология (совокупность методов и средств для реализации определенного содержания обучения в рамках одной учебной дисциплины);

3 уровень – локальная модульная технология (технология отдельных видов деятельности).⁵

Любая педагогическая технология имеет четкую структуру, в которую входят:⁶

1. Концептуальная основа, являющаяся научной базой технологии (фундаментом являются психологопедагогические идеи).

2. Содержательная часть обучения (цель, задачи, содержание учебного материала).

3. Технологическая часть (организация учебного процесса, методы и формы учебной деятельности учащихся и работы преподавателя, управление процессом обучения, диагностика) [185, 186, 187, 190].

Также любая технология обязана удовлетворять критериям технологичности: должна быть концептуальной (опирающейся на какую либо научную концепцию, обосновывающую достижение образовательной цели); системной (четкая логика, взаимосвязь всех этапов и целостность); управляемой (проектирование процесса обучения, поэтапной диагностики, возможность коррекции результатов); эффективной (гарантия определенного результата и оптимальность по трудозатратам); воспроизводимой.

Нужно учитывать, что любая технология при ее воспроизведении опосредуется свойствами преподавателя, который ее применяет. Так как каждый учитель работает с технологией по-разному: добросовестно следует

⁵ Левитес, Д. Г. Педагогические технологии : Учебник / Д. Г. Левитес. – Москва : Общество с ограниченной ответственностью «Научно-издательский центр ИНФРА-М», 2017. – 403 с. – ISBN 978-5-16-011928-1. – DOI 10.12737/19993. – EDN YIDWFR.

⁶ Бордовская, Н. В. Современные образовательные технологии в педагогическом образовании: анализ состояния и перспективы развития / Н. В. Бордовская, Е. А. Кошкина // Педагогическое образование в современной России: стратегические ориентиры развития / Южный федеральный университет. – Ростов-на-Дону - Таганрог : Южный федеральный университет, 2020. – С. 293-308. – EDN XQE0YC.

инструкциям или подстраивает под особенности своего учебного процесса; подходит творчески или безынициативно. Но, в любом случае, применение технологии должно приводить к некоторому среднему результату, заложенному данной технологией. Современные образовательные технологии подробно рассматриваются в трудах С.А. Волковой, В.Н. Давыдова, Т.С. Назаровой, Н.Н. Суртаевой [27, 157, 199].

В современной педагогической науке можно выделить несколько концепций, описывающих процесс усвоения знаний и структуру познавательных действий. Нас интересует ассоциативно-рефлекторная концепция обучения, в рамках которой была разработана теория формирования понятий и приемов умственной деятельности. Деятельностная теория обучения (упоминание можно встретить уже у А. Дистервега) была разработана Л.С. Выготским, П.Я. Гальпериным, В.В. Давыдовым, А.Н. Леонтьевым, С.Л. Рубинштейном, Д.Б. Элькониным. Разработчики деятельностного подхода акцентировали различные направления структуры деятельности [4, 39, 75].

В.В. Давыдовым и Д.Б. Элькониным разработана теория содержательного обобщения, в основе которой гипотеза о ведущей роли теоретического знания. Реализуется теория формированием у ребенка теоретического мышления путем освоения содержательных обобщений [76]. Теория поэтапного формирования умственных действий, основой которой является интериоризация (поэтапное превращение внешней деятельности во внутреннюю) разработана Л.С. Выготским, П.Я. Гальпериным, Н.Ф. Талызиной. При этом речь идет о выделении таких этапов как: создание ориентировочной основы действия (модель действия и условия его выполнения); материализация действия (работа с реальными заданиями, следуя инструкции ориентировочной основы действия); внешняя речь (инструкция уже не нужна, действие автоматизируется); внутренняя речь (мысленное свертывание, преобразование и обобщение инструкции);

автоматизированное действие (правильное выполнение даже без мысленного контроля, нет необходимости в опоре, полная интериоризация) [35, 39, 40].

Поскольку формирование логических универсальных учебных действий напрямую связано с действенно-практической сферой личности (по В.П. Беспалько), обеспечивающей успешность практической деятельности человека, мы сосредоточились на анализе всех технологий, работающих с этим направлением.

В наибольшей степени нашим задачам соответствуют технологии на основе активизации и интенсификации деятельности учащихся (игровые технологии, проблемное обучение, технология на основе конспектов опорных сигналов). Из блока педагогических технологий на основе эффективности организации и управления процессом обучения рассмотрим программированное обучение, дифференцированное обучение, перспективно-опережающее обучение. В блоке педагогических технологий на основе методического усовершенствования и дидактического реконструирования проанализируем реализацию теории поэтапного формирования умственных действий.

Игровые технологии имеют следующие особенности. Во-первых, в педагогической игре всегда присутствует четко поставленная цель обучения и, соответствующий цели, педагогический результат[185]. Во-вторых, присутствует частичная ориентация на формирование общеучебных умений и развитие способности сопоставлять, находить аналогии. Но, эти целевые ориентиры не являются определяющими в данной технологии.

Технология проблемного обучения основана на теоретических положениях Д. Дьюи, преобразованных под современные реалии. Основная целевая ориентация технологии – приобретение ЗУН в процессе проблематизации учебного материала. Основой технологии является развитие познавательных и творческих способностей посредством усвоения способов деятельности. Однако проблемное обучение требует строго определенного конструирования содержания материала, что влечет

неоправданные потери времени. Поэтому в отдельности, без сочетания с другими технологиями, проблемное обучение не отвечает логике формирования логических универсальных учебных действий в полной мере [13, 41, 122, 136, 146, 150, 151, 234].

Созданная В.Ф. Шаталовым технология интенсификации обучения на основе схемных и знаковых моделей учебного материала – одна из технологий, в обязательном порядке применяемых в рамках учебного предмета «Химия» [233]. Она позволяет обучать учащихся с различными академическими способностями и любыми индивидуальными данными, дает возможность вести ускоренное обучение и максимально отвечает требованиям дифференциации обучения за счет разработки опорных конспектов разного уровня сложности. Под задачи учебной дисциплины «Химия» данная технология максимально адаптирована Н.Е. Дерябиной, которая в рамках системно-деятельностного подхода разработала, апробировала и внедрила систему опорных конспектов по всем базовым темам, включая разделы органики, неорганики и общей химии [80, 81, 82]. Однако, формирование логических универсальных учебных действий не является основной целевой ориентацией и этой технологии.

Технология перспективно-опережающего обучения с использованием опорных схем С.Н. Лысенковой направлена на успешное усвоение ЗУН всеми учащимися, но, в большей степени, ориентирована на работу с обучающимися начального звена.

Среди технологий уровневой дифференциации следует выделить технологию внутриклассной (внутрипредметной) дифференциации Н.П. Гузика. Она опирается на внутриклассную дифференциацию по уровням сложности и развивающий цикл уроков по теме [68, 69, 70]. Технология хорошо адаптирована под задачи учебного предмета «Химия», но формирование логических универсальных учебных действий не выделяется в отдельную целевую ориентацию, происходит опосредованно, и на этапе контроля никак не фиксируется и не оценивается в динамике.

Технология программированного обучения (у истоков – Б. Скиннер, Н. Краудер) предлагает обучение на основе научно разработанной программы. Основными постулатами программированного обучения по В.П. Беспалько являются: иерархическая система, принцип обратной связи (ученику необходим для полноты понимания учебного материала, учителю – для своевременной коррекции), шаговый технологический процесс при раскрытии и подаче учебного материала, индивидуализация работы учащихся и использование специальных технических средств обучения.

В блоке педагогических технологий на основе дидактического усовершенствования и реконструкции материала необходимо отметить, что П.М. Эрднеев создал методику укрупнения дидактических единиц, знаний и способов действий. М.Б. Волович, основываясь на теории поэтапного формирования умственных действий, дополняет ее технологией создания опорных конспектов и способов работы с ними. Обе технологии максимально адаптированы под задачи учебного предмета «Математика». П.Д. Васильева разработала методику укрупнения дидактических единиц в обучении химии [15].

Как видно из вышеизложенного, в большинстве известных образовательных технологий акцент смещен с формирования логических универсальных учебных действий на другие аспекты. В традиционном обучении – на формирование системы знаний и научного мировоззрения. В технологиях на основе личностной ориентации учебного процесса - акцент на единство обучения и воспитания. В гуманно-личностной технологии Ш.А. Амонашвили делается упор на развитие и становление познавательных сил ребенка. Развитием внимания, памяти, речи, мышления в большей степени занимаются игровые технологии. В наибольшей степени формирование ЛУУД находит отражение в технологии интенсификации обучения на основе схемных и знаковых моделей учебного материала, технологии проблемного обучения и технологии уровневой

дифференциации (но и в них формирование ЛУУД не является главной целевой ориентацией).

Теория поэтапного формирования умственных действий реализована в нескольких частнопредметных педагогических технологиях, среди которых отсутствуют технологии, полностью адаптированные под изучение химии.

В практике Российских школ удовлетворительного решения проблемы качественного формирования ЛУУД в процессе обучения химии нами не выявлено. Либо педагоги используют технологии, лишь опосредованно способствующие формированию тех или иных ЛУУД, либо вообще не уделяют этой проблеме особого внимания. В случае, если используются технологии, позволяющие адекватно формировать ЛУУД у обучающихся, не производится отслеживания и систематического контроля уровня их сформированности, не изучаются причины затруднений и не производится коррекция на основании анализа. Весь проводимый анализ и коррекция относится лишь к формируемым у учеников знаниям, умениям и навыкам (на это ориентированы практически все существующие на данный момент системы контроля качества образования). Отсутствует единая система контроля качества уровня сформированности ЛУУД в процессе обучения химии, частичные попытки контроля прослеживаются в математике и физике, но в минимальной конфигурации.

В большинстве случаев учителя не видят связи между трудностями, возникающими у учащихся при усвоении учебного материала и низким уровнем сформированности ЛУУД. Педагогам не хватает инструментов, с помощью которых можно было бы детально и целенаправленно работать над формированием логических универсальных учебных действий.

На основании вышеизложенного можно сделать вывод, что налицо противоречие: между требованиями государственного стандарта к качеству образования и недостаточным владением педагогами современными образовательными технологиями формирования логических учебных действий.

Поэтому одной из поставленных нами задач исследования стала разработка и апробация технологии формирования ЛУУД для эффективного управления учебно-познавательной деятельностью учащихся при изучении химии.

Выводы по главе 1

Анализ современных психолого-педагогических и дидактико-методических научных исследований по проблеме формирования и развития логических универсальных учебных действий в обучении химии показал необходимость обязательного включения в процесс обучения химии методики целенаправленного формирования и развития логических универсальных учебных действий.

В современной психолого-педагогической и дидактико-методической литературе достаточно хорошо изучены вопросы классификации универсальных учебных действий, в частности, познавательных логических универсальных учебных действий. Подробно описаны показатели и критерии оценки уровней сформированности познавательных логических универсальных учебных действий, возрастные аспекты их формирования. Изложены условия формирования универсальных учебных действий. Но, одновременно с этим, существуют разночтения при формулировании понятия логических универсальных учебных действий.

Учитывая специфику химии и требования Федерального государственного стандарта, в соответствии со структурой деятельности, мы понимаем понятие **логических универсальных учебных действий как совокупность способов действий, позволяющих сформировать логическое мышление обучающихся на уроках химии**. С другой стороны мы рассматриваем **базовые логические учебные действия** (анализ, синтез, подведение под понятие, сравнение, установление причинно-следственных связей, построение логической цепи рассуждений, доказательство) **и базовые**

исследовательские учебные действия (формулирование гипотезы и ее доказательство, постановка проблемы и поиск путей ее решения) *как единую систему, называемую Логические универсальные учебные действия.*

На основании анализа процесса и результатов обучения химии можно сделать вывод о том, что к настоящему времени в практике школьного образования работа по развитию универсальных учебных действий, в частности, логических универсальных учебных действий, осуществляется стихийно и лишь незначительное число педагогов уделяют этому серьезное внимание. Методический инструментарий, направленный на последовательное формирование и развитие логических универсальных учебных действий, разрознен и не систематизирован. Подавляющее большинство известных образовательных технологий акцентируются отнюдь не на формировании логических универсальных учебных действий. И, даже в тех технологиях, которые максимально способствуют развитию логических универсальных учебных действий, отсутствует система оценки уровня их сформированности у учащихся и не прописаны возможности выявления затруднений и пути их коррекции. Кроме того, теория поэтапного формирования умственных действий реализована в лишь нескольких частнопредметных педагогических технологиях, среди которых отсутствуют технологии, полностью адаптированные под процесс изучения химии, что не позволяет максимально использовать его потенциал для развития логических универсальных учебных действий у учащихся.

В практике Российских школ отсутствует удовлетворительное решение проблемы качественного формирования логических универсальных учебных действий в процессе обучения химии, нет единой системы контроля качества уровня их сформированности, такая же ситуация складывается и в отношении других общеобразовательных предметов.

Крайне мало инструментов, с помощью которых педагоги могли бы целенаправленно работать над формированием логических универсальных учебных действий, что усугубляется недостаточным владением ряда

преподавателей современными образовательными технологиями формирования познавательных учебных действий.

Таким образом, в процессе исследования выявлены следующие **противоречия:**

- между требованиями общества к развитию интеллектуальной сферы учащихся и временным лимитом в рамках общеобразовательных программ;
- между необходимостью глубокого понимания материала и тестовыми формами контроля;
- между необходимостью формирования у обучающихся основ логического мышления и устаревшими методиками, недостаточностью методического инструментария, уменьшением роли химического эксперимента.

На основании вышеизложенного можно сделать вывод о необходимости разработки методики формирования ЛУУД у обучающихся на уроках химии, создания необходимого методического инструментария (частнопредметных технологий формирования ЛУУД специфическими средствами учебных предметов).

Глава 2. Методика формирования ЛУУД на уроках химии

2.1. Обоснование методики формирования ЛУУД при обучении химии

Для четкого понимания требований и условий, на основе которых должна разрабатываться методика формирования логических универсальных учебных действий, требовалось выяснить исходный уровень их сформированности у старшеклассников.

Поскольку г.о. Королев Московской области по статистике за весь период проведения ЕГЭ занимает место в первой двадцатке по итогам сдачи учащимися ЕГЭ по химии, то можно предположить, что репрезентативная выборка внутри него, в целом, будет верно отражать и ситуацию по всей Московской области. Перед нами стояла задача: отобрать участников эксперимента для определения уровня сформированности ЛУУД таким образом, чтобы задействовались все типы образовательных учреждений, разные возрастные группы учащихся, учитывалась половая принадлежность испытуемых [Приложение 1: Таблицы А1 – А7].

Поэтому нами были выбраны следующие образовательные учреждения города: АОУ Лицей №19, МБОУ СОШ №13, АОУ Гимназия №9, МБОУ Первомайская СОШ №2, МБОУ СОШ №3, АОУ Лицей научно-инженерного профиля, МБОУ СОШ №5, МБОУ СОШ №10, МБОУ СОШ №13, МБОУ СОШ №12, МБОУ гимназия №17, МБОУ СОШ №20, МБОУ СОШ №22, МБОУ БСОШ №6, МБОУ СОШ №2.

Целевой группой были учащиеся, планирующие сдачу ЕГЭ по химии. Общее количество учащихся 10-11 классов составило 98 человек, а преподавателей химии - 16 человек. Распределение участников показано в Таблице 2.1.

Таблица 2.1. Распределение долей значений по переменным категории «Данные учащихся»

Класс учащегося (г.о. Королев)	Всего учащихся (г.о. Королев)	Доля, %
10-й класс	55	56,1%
11-й класс	43	43,9%
Пол учащегося (г.о. Королев)	Всего (г.о. Королев)	Доля, %
Женский	62	63,3%
Мужской	36	36,7%
Тип образовательного учреждения (г.о. Королев)	Всего (г.о. Королев)	Доля, %
ОУ – Гимназия	24	24,5%
ОУ – Лицей	25	25,5%
ОУ – СОШ	49	50,0%

Выводы на основании Таблицы 2.1.⁷ следующие:

следующие: количество учащихся 10-х и 11-х классов, принявших участие в педагогическом эксперименте практически одинаковы – «10-й класс» (56,1%) и «11-й класс» (43,9%). Для категории «Пол» значение «Женский» встречается чаще (63,3%), чем значение «Мужской» (36,7%). Среди образовательных учреждений преобладают «СОШ» (50%), каждое значение «Гимназия» и «Лицей» встречается примерно у четверти выборки (24,5% и 25,5% соответственно). В целом распределение по выборке является стандартным практически для всех городских округов Московской области: как по типам образовательных учреждений, так и по половому

⁷ Закаблук, О. В. Использование технологии формирования познавательных логических универсальных учебных действий в курсе учебного предмета "химия" в условиях реализации ФГОС СОО / О. В. Закаблук // Вестник РМАТ. – 2021. – № 2. – С. 64-73. – EDN DEENYX.

соотношению выпускников, выбирающих химию для сдачи единого государственного экзамена

Для диагностики уровня сформированности логических универсальных учебных действий у старшеклассников нами была разработана работа, в которой результативность выполнения заданий определялась способностью использовать определенные логические универсальные учебные действия, и не зависела от фактических знаний больших объемов учебного материала. Каждое задание в работе было соотнесено с ЛУУД, требуемыми для его успешного выполнения. [Приложение 2: Схема Б1]

Работа состояла из трех заданий, каждое из которых было разбито на соответствующие этапы (в первом задании 6 этапов, во втором задании 16 этапов, в третьем задании 6 этапов). Задания были подобраны таким образом, чтобы фактические знания учебного предмета учащимися не отразились на результате их выполнения. Каждый этап подразумевал последовательное или параллельное выполнение учащимся определенного количества логических универсальных учебных действий, при условии выполнения которых задание могло быть успешно завершено даже при недостатке чисто химических знаний.

Далее оценивалось качество выполнения задания. При наличии полного правильного решения можно сделать вывод о высоком уровне сформированности логического универсального учебного действия, привязанного к этапу задания. Каждое учебное действие привязывалось к множеству этапов и использовалось в разных сочетаниях с другими логическими универсальными учебными действиями, что дало возможность оценивать уровень сформированности данного учебного действия у обучающихся.

Для удобства последующего анализа нами было представлено соотнесение исследуемых логических универсальных учебных действий (ЛУУД) с заданиями, выполненное в табличной форме. [Приложение 2: Таблица Б1, Таблица Б2, Таблица Б3]

Был определен уровень сформированности всех видов ЛУУД у учащихся: анализа; синтеза; сравнения, классификации объектов по выделенным признакам; подведения под понятие, выведения следствий; установления причинно-следственных связей; построения логической цепи рассуждений; доказательства; выдвижения гипотез и их обоснования; формулирования проблемы; самостоятельного создания способов решения проблем творческого и поискового характера. Рассматривалась корреляция между уровнем сформированности ЛУУД и результатами решения заданий по химии высокого уровня сложности. Также изучалась взаимосвязь всех показателей с возрастом (классом) и типом учебного заведения. В качестве критериев сформированности логических универсальных учебных действий оценивались: полнота действия, разумность, осознанность, обобщенность, критичность, освоенность (мера овладения действием).

Сравнения двух групп по количественным шкалам проводились на основе непараметрического критерия Манна-Уитни. Сравнения трех и более групп по количественным шкалам проводились на основе непараметрического критерия Краскела-Уоллеса. Для описания количественных показателей использовались среднее значение и стандартное отклонение в формате « $M \pm S$ ». Для изучения влияния сразу нескольких независимых переменных (факторов) на зависимую переменную (фактор) использовался многофакторный дисперсионный анализ (ANOVA). Анализ динамики показателей в случае сравнения двух периодов производился на основе непараметрического критерия Вилкоксона, в случае сравнения трех и более периодов – на основе непараметрического критерия Фридмана. Статистическая значимость различных значений для бинарных и номинальных показателей определялась с использованием критерия Хи-квадрат Пирсона в случае независимых выборок. И с использованием критерия МакНеймера в случае зависимых выборок. Корреляционный анализ проводился на основе непараметрической ранговой корреляции по Спирмену [11, 179, 219, 220]. Уровень статистической значимости был зафиксирован на

уровне вероятности ошибки 0.05. Статистическая обработка данных выполнена с использованием пакетов прикладных программ Statistica 10 и SAS JMP 11.⁸

Нами были выявлено следующее:

Прослеживается корреляция уровня сформированности логических универсальных учебных действий со степенью выполнения заданий высокого уровня сложности, с возрастом учащихся и типом образовательного учреждения.

Самый высокий уровень сформированности был зафиксирован для такого ЛУУД, как подведение под понятие. Хороший уровень сформированности определяется у построения логической цепи рассуждений. У обучающихся выявлен низкий уровень сформированности сравнения, установления причинно-следственных связей, анализа, синтеза, умения выдвигать гипотезы. Практически не сформированы у учащихся к 11 классу такие ЛУУД как формулирование проблемы и самостоятельное создание способов решения проблем творческого и поискового характера [Приложение 3: Таблицы В1 – В5].

Все вышеперечисленные данные статистически значимо различаются для 10 и 11 классов. Одной из возможных причин этого является слабая мотивировка учеников 10-х классов к целенаправленной и интенсивной работе по подготовке к сдаче экзаменов и поступлению в ВУЗ. Учащиеся 10-х классов довольно часто считают, что у них еще много времени, в отличие от одиннадцатиклассников, которые уделяют подготовке гораздо больше времени. Ученики 11-х классов показывают существенно более высокий уровень сформированности всех исследуемых ЛУУД, что отражено на Рисунке.2.1 и Рисунке 2.2.

⁸ Закаблук, О. В. Использование технологии формирования познавательных логических универсальных учебных действий в курсе учебного предмета "химия" в условиях реализации ФГОС СОО / О. В. Закаблук // Вестник РМАТ. – 2021. – № 2. – С. 64-73. – EDN DEENYX.

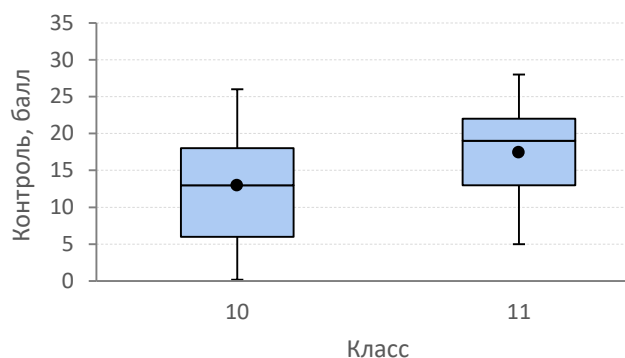


Рисунок 2.1. Показатель «Входной контроль, набранный балл» для переменной «Класс» – статистика.

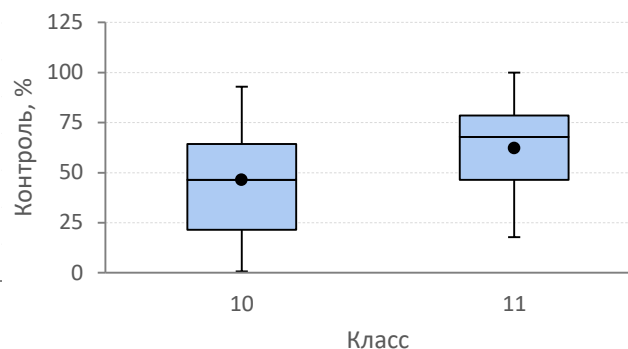


Рисунок 2.2. Показатель «Входной контроль, %» для переменной «Класс» – статистика.

Уровни сформированности всех ЛУУД также существенно различаются у обучающихся 11-х и 10-х классов. Наиболее серьезные отличия выявлены в уровнях сформированности таких ЛУУД как анализ и синтез, что видно из Рисунков 2.3., 2.4., 2.5. и 2.6.

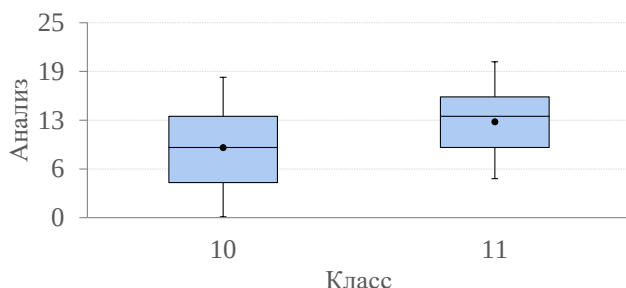


Рисунок 2.3. Показатель «Входной контроль, Анализ» для переменной «Класс» – статистика.

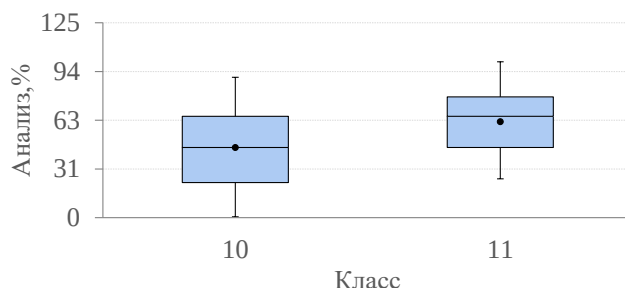


Рисунок 2.4. Показатель «Входной контроль, %, Анализ» для переменной «Класс» – статистика.

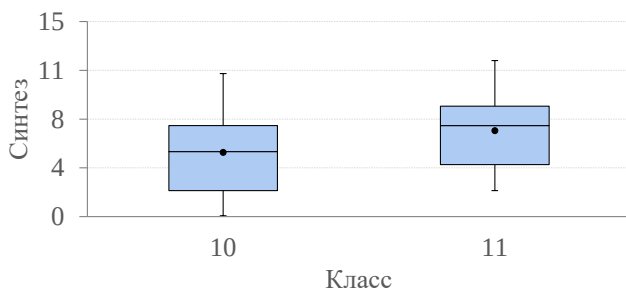


Рисунок 2.5. Показатель «Входной контроль, Синтез» для переменной «Класс» – статистика.

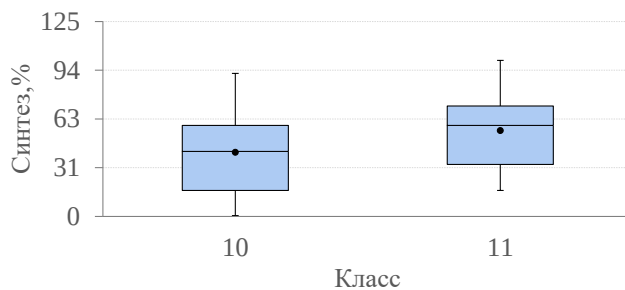


Рисунок 2.6. Показатель «Входной контроль, %, Синтез» для переменной «Класс» – статистика.

При анализе выполнения учащимися заданий, требующих параллельного или последовательного применения сразу нескольких видов логических универсальных учебных действий была выявлена взаимосвязь не только между сочетанием действий, но и между требуемым порядком их использования.

В случае последовательного применения анализа и построения логической цепи рассуждений предваряемых подведением под понятие или установлением причинно-следственных связей результат был максимальным в каждой возрастной группе (10 и 11 классы). Если же анализ и построение логической цепи рассуждений должно было завершаться синтезом, то происходило существенное снижение качества выполнения задания. Необходимость использования последовательно установления причинно-следственных связей, анализа, построения логической цепи рассуждений и синтеза повлекла за собой еще большее ухудшение результата. Крайне низкая результативность была выявлена в заданиях, предусматривающих добавление в вышеописанную последовательность познавательных логических универсальных учебных действий сравнения и выдвижения гипотез.

Наихудший результат продемонстрировали учащиеся в заданиях, предполагающих параллельное использование подведения под понятие, установления причинно-следственных связей, анализа, построения логической цепи рассуждения. И наконец, задания, в которых требовалось формулирование проблемы и самостоятельное создание способов ее решения, оказались невыполнимыми для 97% учащихся.⁹

Исследование выявило статистически значимую зависимость между уровнем сформированности логических универсальных учебных действий и обучением в определенном типе общеобразовательного учреждения. Учащиеся лицеев демонстрировали существенно более высокий уровень,

⁹ Закаблук, О. В. Использование технологии формирования познавательных логических универсальных учебных действий в курсе учебного предмета "химия" в условиях реализации ФГОС СОО / О. В. Закаблук // Вестник РМАТ. – 2021. – № 2. – С. 64-73. – EDN DEENYX.

также значительно отличались по показателям и данные школьников из гимназий, что видно из Рисунка 2.7. и Рисунка 2.8.

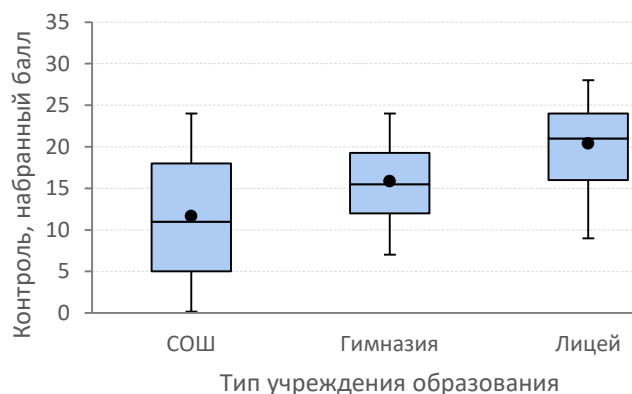


Рисунок 2.7. Показатель «Входной

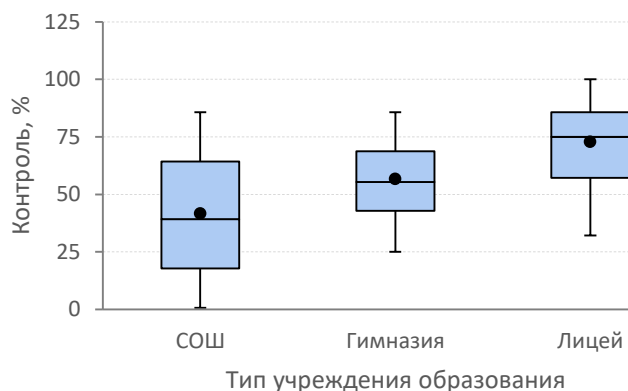


Рисунок 2.8. Показатель «Входной

контроль, набранный балл» для переменной «Тип учреждения образования» – статистика.
контроль, %» для переменной «Тип учреждения образования» – статистика.

В ходе исследования нами выявлено, что затруднения при подготовке и сдаче вступительных экзаменов в ВУЗы и ЕГЭ обусловлены низким уровнем сформированности ЛУУД у учащихся. Критически низкие показатели отмечаются по вопросам, требующим от выпускников не только и не столько знания больших массивов фактического материала, а высокого уровня сформированности анализа, синтеза, подведения под понятие, установления причинно-следственных связей, построения логической цепи рассуждений; выдвижения гипотез, формулирования проблемы, самостоятельного создания способов решения проблемы. Максимальные затруднения отмечаются при необходимости последовательного и, особенно, параллельного использования ЛУУД. Из вышеописанного следует, что основной задачей современной школы должно стать формирование достаточно высокого уровня ЛУУД. Педагоги нуждаются в методике формирования и развития ЛУУД на уроках химии. Также, на основании вышеизложенного, можно говорить о необходимости создания методического инструментария, позволяющего целенаправленно и планомерно формировать у учащихся

логические универсальные учебные действия средствами учебных дисциплин. Одним из таких инструментов может являться разработанная нами технология формирования ЛУУД, дающая возможность эффективно организовать учебно-познавательную деятельность учащихся и сконструировать современный урок химии, отвечающий требованиям ФГОС по формированию логического мышления.

2.2. Особенности методики формирования ЛУУД у учащихся на уроках химии

Разработанная нами методика формирования ЛУУД на уроках химии основана, прежде всего, на конструировании современного урока в соответствии с требованиями логики подачи учебного материала, упражнений и расчетных задач, а так же на включении обучающихся в активную учебно-познавательную деятельность.

Для всех учебных тем обязательна частичная или полная алгоритмизация с помощью опорных конспектов и опорных схем [43, 51, 53,135]. При этом ведущая роль отводится рукописным опорным конспектам и схемам (с использованием не менее двух и не более трех цветов для акцентов, почти полным исключением цифровой нумерации, с применением в качестве основы для опорных схем и конспектов тетрадей или листов формата А4). Цветовое ограничение и исключение цифровой нумерации способствует более эффективной работе зрительной памяти, уменьшению рассеивания внимания при запоминании опорного конспекта. Большая часть опорных схем и конспектов создается в рукописном варианте для увеличения степени их преобразуемости не только под задачи урока, но и под индивидуальные особенности ученика.

Опорный конспект – логически завершенная, наглядная конструкция, отражающая все правила, условия, и нюансы работы с конкретной темой (с указанием всех правил, условий и ограничений их применения). Кроме этого,

необходимо использование электронных образовательных ресурсов, преимущественно на этапе отработки и закрепления нового материала.¹⁰

Рассмотрим методические особенности конструирования современного урока, направленного на формирование логических универсальных учебных действий обучающихся.

Владение вниманием аудитории на всем протяжении урока – это одно из важнейших условий эффективности обучения. На основании анализа опыта проведения уроков можно выделить ключевые особенности, которых необходимо придерживаться:

а) идеальное владение учителем материалом темы (недопустимо чтение с листа), умение перестроиться по ходу урока, предварительная подготовка нескольких вариантов заданий;

б) достаточно высокий темп урока;

в) подача и фиксация материала в форме опорных конспектов;

г) использование разнообразных видов работы, приемов, методов (следует задействовать все виды памяти: визуальную, аудиальную, сенсорную);

д) рациональное использование информационно-компьютерных технологий;

е) применение приемов психологической разгрузки, юмора, умения признавать и правильно устранять собственные недочеты, корректно исправлять ошибки учащихся;

ж) приведение примеров, характеризующих область использования вещества или реакции в реальной жизни и вызывающих неподдельный интерес школьников (например, в бытовых средствах, используемых для удаления известкового налета, используется реакция взаимодействия карбонатов с кислотами);

¹⁰ Закаблук, О. В. Технология формирования познавательных логических универсальных учебных действий средствами учебного предмета "химия" в условиях реализации ФГОС СОО / О. В. Закаблук // Научные исследования и разработки. Социально-гуманитарные исследования и технологии. – 2021. – Т. 10. – № 2. – С. 23-29. – DOI 10.12737/2306-1731-2021-10-2-23-29. – EDN YLHOMN.

з) постоянный контакт со всей аудиторией (при работе у доски одного учащегося задействуется весь класс).

Вторым условием эффективности современного урока, направленного на формирование логических учебных действий обучающихся, является четкая постановка цели и определение задач урока, и, осуществляемый на этой основе, отбор содержания:

а) итогом урока должно стать достижение цели путем выполнения поставленных задач, поэтому содержание урока продумывается и выстраивается в строгом соответствии с планируемым результатом;

б) на уроке, направленном на формирование логических универсальных учебных действий, тему и цель урока должны формулировать обучающиеся (в ходе проблемной беседы или химического эксперимента);

в) при отборе и выстраивании содержания урока обязательно строгое следование химической логике, все теоретические правила и построения не преподносятся как данность, а формулируются обучающимися в процессе решения проблемных ситуаций и выполнения лабораторных опытов;

г) при подготовке проблемных заданий и опытов учитывается специфика каждого конкретного класса, готовится несколько вариантов с целью быстрой корректировки и оптимального управления.

Третьим условием эффективности формирования логических учебных действий является продуманная и четкая организация урока:

а) для каждого этапа урока разрабатывается несколько видов карточек с заданиями, что позволит регулировать временные рамки этапов (уменьшая или увеличивая число действий в зависимости от восприятия учебного материала обучающимися);

б) обязательно четко задается и отслеживается время прохождения каждого этапа урока (уменьшение количества этапов недопустимо, особенно, пренебрежение химическим экспериментом), в случае временных задержек учитель пропорционально сокращает количество заданий;

в) необходимо отслеживать и фиксировать составление и запись опорных конспектов и схем, создаваемых на уроке;

г) в исследовательско-поисковой деятельности задействуется весь класс, используется сочетание групповой и индивидуальной работы.

д) в основе урока - проблемное обучение, технология формирования ЛУУД,

е) дополнительно используются элементы следующих технологий: ИКТ (с привлечением средств современных обучающих платформ), игровых технологий, технологии групповой работы, программированного обучения, дифференцированного обучения, перспективно-опережающего обучения.

Следующим обязательным условием является химический эксперимент:

а) химический эксперимент должен присутствовать в той или иной форме практически на всех уроках (кроме контрольных, зачетов, проверочных работ), что предусмотрено государственной образовательной программой;

б) демонстрационные опыты, использование виртуальных лабораторий допускается в случае, если отсутствует в рабочей программе реальный опыт;

в) все лабораторные опыты, выполненные обучающимися, должны быть подробно разобраны и объяснены, обязательна запись уравнений осуществляемых химических реакций;

г) предполагается четкий инструктаж, обучение технике безопасности при работе в химической лаборатории и постоянный контроль на уроках.

Немаловажным фактором выступает создание благоприятного психологического климата на уроке, что включает:

а) корректное исправление ошибок учащихся, правильное и своевременное исправление собственных оговорок;

б) недопустимость повышенного тона, оскорбляющих, унижающих, подрывающих самооценку формулировок;

в) умение сохранять спокойствие, анализировать ситуацию и быстро реагировать на ее изменение;

г) паузы психологической разгрузки (можно совмещать с какими-либо бытовыми смешными или интересными ситуациями);

д) создание для каждого ученика ситуации успеха (например, приглашаем не «сильного», а «слабого» ученика разобрать пример по новой теме и используем активную помощь класса и свою), при этом у обучающихся значительно снижается страх публичных выступлений и совершения ошибки.

Немаловажным фактором эффективного формирования логических учебных действий является контроль с последующей коррекцией:

а) достижение цели контролируется по итогам самостоятельной работы, выполняемой учениками в ходе урока;

б) если цель не достигнута или достигнута частично, то анализируем причины и конструируем следующий урок по теме с учетом возникших затруднений;

в) по итогам самостоятельной или проверочной работы выставляем только хорошие оценки, а для себя фиксируем проблемы, которые будем решать на следующем уроке;

г) корректируем уже проведенное занятие на будущее, добавляем вариативности в технологическую карту урока.

В практике обучения химии мы формируем ЛУУД следующим образом. Раскроем это на примере изучения реакций ионного обмена.

В основе урока – активная учебно-познавательная деятельность учеников. Раскрытие сущности понятия «реакции ионного обмена» осуществляется в ходе химического эксперимента, проводимого учащимися. Формирование логических универсальных учебных действий идет в процессе их последовательного и параллельного применения. Лабораторные опыты, предлагаемые учащимся выстраиваются в логике понятия «реакции ионного обмена». Активно используется опорный конспект, заключающий все

правила, исключения и особенности данной темы (с указанием всех ограничений применения). Производится фиксация и разбор каждого опыта, формулируются выводы, применяемые на каждом последующем этапе.

Прежде чем учащиеся приступят к изучению новой темы, учитель предлагает повторить ранее изученный материал, знание которого будет необходимо для формулирования цели данного урока. Для этого используется самостоятельная поисковая работа по инструктирующим карточкам (деятельность может быть как групповой так и индивидуальной, что зависит от конкретного класса). Учащимся предлагается задание со следующей формулировкой: «Выполняя работу, предложенную в карточке №1, в группах по четыре человека попробуйте установить тему сегодняшнего урока». Пример инструктивной карточки приведен в Таблице 2.2.

Таблица 2.2. Инструктивная карточка №1 к уроку «Реакции ионного обмена»

Карточка №1			
Выполните задание 1 - 3 и найдите в матрице (которая расположена после задания) ответ. На пересечении номера задания и буквы ответа вы получите кодовые буквы, из которых сложите слово (сначала буква первого задания, потом второго, потом третьего).			
1. Среди предложенных веществ - сахар, соляная кислота, фосфат натрия, гидроксид цинка, вода, гидроксид натрия, оксид калия, сульфат меди(II) - количество электролитов равно: А) 2; Б) 3; В) 4; Г) 5			
2. Среди предложенных веществ - $ZnCl_2$, $Ca_3(PO_4)_2$, Na_3PO_4 , $MgSO_4$, $BaCO_3$ - двухзарядные катионы при диссоциации образуют: А) два вещества; Б) три вещества; В) четыре вещества; Г) все вещества 3. Сумма коэффициентов в уравнении диссоциации сульфата натрия равна А) 3 Б) 4 В) 6 Г) 7			
МАТРИЦА:			
№ задания ответ	1	2	3
А	П	И	С
Б	А	Г	О
В	Р	Л	Л
Г	К	А	Б

Далее учителем производится фронтальная проверка выполненного задания по вопросам:

– Какое сочетание букв, обозначающее тему урока, у вас получилась? (РИО).

– Какие ассоциации? (иногда ученики предлагают варианты: «машина КИА РИО», «мультфильм РИО»). В этом случае используем наводящий вопрос.

– Помните, что вы в кабинете химии?

При затруднениях педагог не сообщает сразу же верный ответ, а подводит к нему вопросами в процессе беседы:

– Что изучает химия? (Вещества и их свойства).

– Каким образом мы на бумаге фиксируем химические свойства вещества? (С помощью записи уравнений химических реакций).

– А какие типы реакций вам известны? (Соединения, разложения, замещения и обмена).

– С каким процессом были связаны все три вопроса в вашей работе? (электролитической диссоциацией).

– А что такое электролитическая диссоциация? (Распад электролита на ионы при растворении в воде или расплавлении).

Затем, вместе с учащимися, производим синтез и получаем результат. (Реакции ионного обмена).

Далее изучение нового материала осуществляется в ходе химического эксперимента, осуществляемого обучающимися. Сначала они вспоминают определение реакции обмена (два сложных вещества обмениваются своими составными частями), затем выясняют, в каких случаях возможны реакции обмена между электролитами. При этом удобно, если химический эксперимент учащиеся проводят в группах по два человека, выполняя практическое задание согласно инструктивной карточке №2. Предварительно проговариваются правила техники безопасности при осуществлении

химических опытов. Во время осуществления эксперимента учитель выступает в роли «консультанта», к помощи которого ученики могут прибегнуть в случае затруднений при проведении опытов. Очень важно педагогу в данном случае не пытаться выполнять работу учащихся, при первых же возникших проблемах, а направлять и стимулировать поисковую деятельность. При консультировании лучше использовать минимально необходимое количество «подсказок». Здесь самым сложным является контроль учителя сразу всего класса и своевременное выявление учеников, нуждающихся в его помощи. Надо отметить: если химический эксперимент проводится регулярно, то обучающиеся с каждым новым проведенным опытом, все меньше и меньше нуждаются в помощи преподавателя.

Пример инструктивной карточки приведен в Таблице 2.3.

Таблица 2.3. Инструктивная карточка №2 к уроку «Реакции ионного обмена»

Карточка №2
1. Слейте растворы хлорида меди (II) и гидроксида натрия, отметьте, есть ли признак (какой?). _____ Составьте уравнение химической реакции.
2. Прилейте к осадку гидроксида меди (II) раствор соляной кислоты, отметьте, есть ли признак (какой?). _____ Составьте уравнение химической реакции.
3. К раствору гидроксида натрия добавьте несколько капель фенолфталеина, после прилейте раствор сульфата калия, отметьте, есть ли признак (какой?). _____ Составьте уравнение химической реакции.
4. К раствору гидроксида натрия добавьте несколько капель фенолфталеина, после прилейте раствор соляной кислоты, отметьте, есть ли признак (какой?). _____ Составьте уравнение химической реакции.
Сделайте вывод о том, какие признаки говорят о протекании реакции ионного обмена?

В процессе выполнения первого химического опыта переходим к работе с опорным конспектом по следующей схеме: один учащийся у доски, весь класс работает с ним, создавая молекулярное уравнение, затем обращаемся к диссоциации, создается полное и сокращенные ионные уравнения.

Пример опорного конспекта для темы «Реакции ионного обмена» приведен в Таблице 2.4.

Таблица 2.4. Опорный конспект для урока «Реакции ионного обмена»

РЕАКЦИИ ИОННОГО ОБМЕНА (РИО)	
РИО – ЭТО РЕАКЦИИ ОБМЕНА ИОНАМИ В РАСТВОРАХ ЭЛЕКТРОЛИТОВ	
❑ РИО ПРОТЕКАЮТ В ВОДНОМ РАСТВОРЕ ❑ РИО ИДУТ, ЕСЛИ ОБРАЗУЕТСЯ ОСАДОК, ГАЗ ИЛИ ВОДА	
СИЛЬНЫЕ	СЛАБЫЕ
❑ СИЛЬНЫЕ КИСЛОТЫ (см. ряд активности кислот) ❑ ЩЕЛОЧИ (образованы щелочными и щелочно-земельными Me) ❑ РАСТВОРИМЫЕ СОЛИ ❑ Органические соли (СОЛИ КАРБОНОВЫХ КИСЛОТ, СОЛИ АМИНОВ)	❑ СЛАБЫЕ КИСЛОТЫ (см. ряд активности кислот) ❑ НЕРАСТВОРИМЫЕ ОСНОВАНИЯ и $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ❑ НЕРАСТВОРИМЫЕ СОЛИ ❑ Все остальные органические вещества
ПРАВИЛА РИО	
ИСХОДНЫЕ ВЕЩЕСТВА	ПРОДУКТЫ
РАСТВОРИМЫЙ ЭЛЕКТРОЛИТ + РАСТВОРИМЫЙ ЭЛЕКТРОЛИТ	ГАЗ ↑
НЕРАСТВОРИМОЕ ОСНОВАНИЕ + РАСТВОРИМАЯ КИСЛОТА	$\text{H}_2\text{S} \uparrow$ $\text{H}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ $\text{H}_2\text{SO}_3 \rightarrow \text{SO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NH}_3 \uparrow + \text{H}_2\text{O} (\text{t})$
НЕРАСТВОРИМЫЙ КАРБОНАТ/СУЛЬФИТ + РАСТВОРИМАЯ, БОЛЕЕ СИЛЬНАЯ КИСЛОТА	ОСАДОК ↓ (см. таблицу растворимости)
НЕРАСТВОРИМЫЙ СУЛЬФИД + РАСТВОРИМАЯ, БОЛЕЕ СИЛЬНАЯ КИСЛОТА	H_2O или СЛАБЫЙ ЭЛЕКТРОЛИТ (более слабый, чем исходные вещества)

Выявляется – какое из уравнений отражает суть реакции ионного обмена. Подробно разбираются признаки каждой химической реакции с обязательной фиксацией в опорных конспектах. Особое внимание уделяется не только цветам осадков, но и их консистенции, по окончании эксперимента

ученики должны понимать, чем отличается мелкокристаллический осадок от творожистого или студенистого. И такая деятельность повторяется при выполнении каждого химического опыта. При затруднениях с таким признаком, как образование воды, можно спросить учащихся, о чем свидетельствует обесцвечивание фенолфталеина? (Изменение среды на нейтральную).

После завершения учащимися химического эксперимента необходимо произвести окончательный анализ и синтез, делая выводы и фиксируя их:

– Какое определение можем дать реакциям ионного обмена? (Реакции обмена ионами в растворах электролитов).

– Каким образом, без проведения химического эксперимента, понять, пойдет ли реакция ионного обмена до конца? (Составить молекулярное уравнение и воспользоваться таблицей растворимости и опорным конспектом для составления сокращенного ионного уравнения).

Далее в ходе урока учащиеся используют полученные знания, умения и навыки для выполнения индивидуального химического эксперимента. Для этого им требуется выдвинуть гипотезу о возможности протекания предложенных учителем для самостоятельной работы реакций ионного обмена, осуществив мысленный эксперимент. Затем им нужно подтвердить или опровергнуть выдвинутую гипотезу в химическом эксперименте.

Таким образом, в процессе урока, сконструированного на основе методики формирования и развития логических универсальных учебных действий, все ЛУУД многократно и целенаправленно формируются на разных этапах урока на предметном содержании химии.

2.3. Особенности содержания и структуры технологии формирования ЛУУД для организации процесса обучения на уроках химии

В основе технологии формирования логических универсальных учебных действий находится системно деятельностный подход (в частности,

теория поэтапного формирования умственных действий П.Я. Гальперина – Н.Ф. Талызиной и теория содержательного обобщения В.В. Давыдова – Д.Б. Эльконина). Технология формирования логических универсальных учебных действий в процессе изучения химии является технологией на основе активизации и интенсификации деятельности учащихся, частнопредметной, локальной (модульной), операционной (формирование способов умственных действий), прикладной (формирование действенно-практической сферы).

Целевой ориентацией технологии является формирование логических универсальных учебных действий (анализа, синтеза, подведения под понятие, сравнения, установления причинно-следственных связей, построения логической цепи рассуждений, выдвижения гипотез, постановка проблемы и поиск путей ее решения) в процессе приобретения новых знаний, умений и навыков.

Принципами технологии являются: высокий уровень трудности; постоянная положительная динамика уровня сложности выполняемых действий; изучение отдельными небольшими блоками с последующим объединением их во все более крупные; обязательный поэтапный контроль уровня сформированности логических универсальных учебных действий; возвращение к ранее изученным блокам на новом уровне сложности.¹¹

Обязательным требованием технологии является подача всего теоретического материала в форме опорных конспектов и схем. Каждый опорный конспект должен представлять собой четко выстроенную, логически завершенную, максимально наглядную конструкцию, отражающую все правила, условия, и нюансы работы с конкретной темой. В обязательном порядке указываются все правила, условия и ограничения их

¹¹ Закаблук, О. В. Технология формирования познавательных логических универсальных учебных действий средствами учебного предмета "химия" в условиях реализации ФГОС СОО / О. В. Закаблук // Научные исследования и разработки. Социально-гуманитарные исследования и технологии. – 2021. – Т. 10. – № 2. – С. 23-29. – DOI 10.12737/2306-1731-2021-10-2-23-29. – EDN YLHOMN.

применения. Исчерпывающе должны быть прописаны исключения из правил и порядок их использования.

При этом преподаватель может применять как опорные конспекты собственного изготовления, так и разработки других авторов. Максимальный результат достигается при адекватной адаптации готовых разработок к индивидуальным особенностям класса или (в идеале) каждого учащегося в рамках его образовательной траектории.

Особенности содержания технологии следующие. Материал вводится небольшими базовыми блоками, не связанными друг с другом. Внутри каждого блока материал подобран таким образом, что позволяет формировать один или несколько видов логических учебных действий (количество и уровень сложности определяется начальным уровнем класса или отдельного ученика). На этом этапе проводится постоянный контроль уровня сформированности ЛУУД по критериям (полнота действия, разумность, осознанность, обобщенность, критичность, освоенность).¹² Для этого используются диагностические работы, в которых каждый этап выполнения задания соотнесен с одним или несколькими логическими универсальными учебными действиями, необходимыми для его качественного выполнения. При полном и правильном полученном ответе (решении) для каждого задействованного ЛУУД проставляется плюс, при неверном ответе (решении) – минус. Затем по всем логическим универсальным учебным действиям производят суммирование положительных и отрицательных результатов и определяют уровень сформированности.

Качественно уровень сформированности логических универсальных учебных действий оценивается следующим образом:

¹² Закаблук, О. В. Технология формирования познавательных логических универсальных учебных действий средствами учебного предмета "химия" в условиях реализации ФГОС СОО / О. В. Закаблук // Научные исследования и разработки. Социально-гуманитарные исследования и технологии. – 2021. – Т. 10. – № 2. – С. 23-29. – DOI 10.12737/2306-1731-2021-10-2-23-29. – EDN YLHOMN.

1. уровень сформированности (очень низкий) - отсутствие учебных действий как целостных единиц деятельности;
2. уровень сформированности (низкий) - выполнение действия только по алгоритму;
3. уровень сформированности (ниже среднего) – адекватный перенос действий в знакомой ситуации, но неадекватный перенос действий на новые виды задач;
4. уровень сформированности (средний) - адекватный перенос действий на новые виды задач;
5. уровень сформированности (выше среднего) - самостоятельное построение новых учебных действий на основе развернутого анализа условий задачи и ранее усвоенных способов действий;
6. уровень сформированности (оптимальный) - обобщение учебных действий и выведение нового способа для каждой конкретной задачи.

При достижении приемлемого уровня (не ниже 4-го), вводится более сложный материал, на котором повторяется отработка.

После успешного овладения базовыми блоками, их начинают соединять в более сложные конгломераты. При этом начинается отработка заданий, требующих одновременного (сначала последовательного, затем параллельного, в итоге и последовательного и параллельного) применения сразу нескольких логических учебных действий.

При оформлении материала используются различные способы, оптимизирующие запоминание (в частности – система опорных конспектов). Задачей учителя является контроль правильного и полного составления опорных конспектов учащимися. Сначала допускается полное составление опорного конспекта учителем и подача его учащимся в неизменяемом виде. В дальнейшем преподавателю обязательно весь путь составления опорного конспекта или опорной схемы проделывать совместно с учащимися. На завершающем этапе учащиеся должны уметь полностью самостоятельно составлять опорные конспекты и схемы на основе предлагаемого материала и

с учетом своих индивидуальных особенностей восприятия (то есть формировать конспект «под себя»). В этом случае роль учителя заключается в проверке качества опорных схем и конспектов и дополнение их базовыми исключениями и нюансами применения.

На начальном этапе применения технологии допустимо повторение в базовых блоках сходных заданий, в дальнейшем стандартные задания (позволяющие решать по образцу) постепенно исключаются. Каждое последующее задание должно содержать нюанс или особенность, которая не встречалась ранее (или использовалась, но в другом сочетании). При возникновении ситуации достижения ребенком «потолка» (невозможность выхода на следующий уровень, затруднения в продвижении) требуется возврат на предыдущий уровень и более глубокая проработка для устранения проблем.

Переход к выполнению таких заданий должен осуществляться после проработки базовых блоков и подразумевает хороший уровень сформированности таких логических универсальных учебных действий как: анализа, подведения под понятие, сравнения, установления причинно-следственных связей, построения логической цепи рассуждений, выдвижения гипотез. На этом этапе осуществляется формирование наиболее значимых и сложных логических учебных действий: синтеза, постановки проблемы и поиска самостоятельного пути ее решения.

Особенности деятельности преподавателя заключаются, прежде всего, в тщательной проработке предлагаемой учащимся задачи по следующим пунктам:

1. Решение задачи разбивается на логически значимые этапы (каждый из которых содержит от одного до 3-4 действий). При этом обязательно предусматриваются альтернативные варианты решения и оформления.
2. Для каждого этапа вычленяются формируемые логические универсальные учебные действия и прогнозируются вероятные проблемы и затруднения у учащихся.

3. Анализируются причины, ведущие к возникновению данных затруднений, и продумываются способы их устранения.

Рассмотрим пример работы преподавателя с технологией при решении расчетной задачи высокого уровня сложности по химии. Ниже продемонстрирован подход к разбору расчетной задачи по теме «Подгруппа серы. Серная кислота. Олеум». Структура методики показана в Таблице 2.5., подробное описание методики приведено под Таблицей 2.5.

Таблица. 2.5. Особенности решения расчетной задачи высокого уровня сложности при использовании технологии формирования ЛУУД

Этапы решения задачи	Формируемые ЛУУД	Возможные проблемы	Причина проблемы	Способ устранения проблемы
Условие задачи: К 5,00 г 20,0%-го олеума добавили 20,0 г 5,00%-го раствора серной кислоты. Какой объём (н. у.) водорода может выделиться при взаимодействии полученного раствора с избытком железа				
1. Определение массы H_2SO_4 в 20% олеуме. $m(H_2SO_4)_{20\% \text{ олеум}} = m(H_2SO_4)_{\text{из р-ра } 20\% \text{ олеума}} + m(H_2SO_4)_{\text{из } SO_3}$ $m(H_2SO_4)_{20\% \text{ олеум}} = m(\text{олеума})_{20\%} * w(H_2SO_4)_{20\% \text{ олеума}} + m(\text{олеума})_{20\%} * w(SO_3) * K$ Перевод SO_3 в H_2SO_4 с помощью повышающего коэффициента К (самостоятельное его выведение с помощью понятия «олеум») $SO_3 + H_2O \rightarrow H_2SO_4$ $n(SO_3) = n(H_2SO_4)$	Подведение под понятие	Ошибка в определении состава олеума	Недостаточный уровень сформированности подведения под понятие и сравнения	Возврат в блок «Раствор», отработка подведения под понятие и сравнения на заданиях из него
	Сравнение	Ошибка в расчете из-за не учтенной серной кислоты в олеуме	Ошибка в построении логической цепи рассуждений	Возврат в блок «Специфика элементов», отработка построения логической цепи рассуждений
	Анализ			
	Построение логической цепи рассуждений	Ошибка в расчетах из-за не учтенного взаимодействия серного ангидрида с водой, содержащейся в 5% растворе	Ошибка в построении логической цепи рассуждений, анализе	Возврат в блок «Раствор», отработка подведения под понятия, анализа, логической цепи рассуждений
	Формулирование проблемы и поиск пути ее решения	Ошибка в выведении повышающего коэффициента	Не сформулирована или неправильно сформулирована	Возврат в блок «Комбинированные расчеты», отработка поиска алгоритма
	Синтез			

$K = M(H_2SO_4) / M(SO_3) = 98$ $г/моль / 80г/моль = 1,225$ $m(H_2SO_4)_{20\% \text{ олеум}} = 5г * 0,8 + 5г * 0,2 * 1,225 = 5,225г$			проблема	
		Расчет без учета повышающего коэффициента	Не правильно выбран путь решения проблемы	Возврат в блок «Комбинированные расчеты», отработка поиска алгоритма
		Не правильно задана переменная или сумма всех переменных	Некорректный синтез	Подбор заданий, требующих проведения синтеза
2. Вычисление количества серной кислоты, вступившей в реакцию с избытком железа. $Fe + H_2SO_4 \rightarrow FeSO_4 + H_2 \uparrow$	Подведение под понятие	Ошибка в составлении уравнения реакции	Недостаточный уровень сформированности подведения под понятие, причинно-следственных связей, анализа, построения логической цепи рассуждений	Возврат к блокам «Составление уравнений химических реакций». «Специфика элементов», «ОВР», отработка комбинированных заданий (требующих использования соответствующих ПЛУУД)
	Установление причинно-следственных связей			
	Построение логической цепи рассуждений	Ошибки в определении количеств веществ реагентов	Ошибка в построении логической цепи рассуждений, анализе	Возврат в блок «Количество вещества», актуализация межпредметных связей Химия-Алгебра
3. Определение объема водорода, выделившегося в процессе реакции. т.к. $n(H_2SO_4) = n(H_2)$, то $V(H_2) = n(H_2) * V_m$ $V(H_2) = 0,0635 \text{ моль} * 22,4 \text{ л/моль} = 1,42 \text{ л}$	Подведение под понятие	Ошибки в определении мольных отношений	Ошибка в построении логической цепи рассуждений, анализе	Возврат в блок «Мольные отношения», актуализация межпредметных связей Химия-Алгебра
	Построение логической цепи рассуждений	Ошибки в расчетах, вызванные неправильным и переводами единиц измерения	Ошибка в подведении под понятие, анализе	Возврат в блок «Единицы измерения», актуализация межпредметных связей Химия-Алгебра, Химия-Физика
Ответ: $V(H_2) = 1,42 \text{ л}$.	Анализ			

Нужно отметить, что расчеты концентрации серной кислоты в олеуме являются достаточно сложными для понимания, поскольку требуют предварительного освоения всех видов расчетов концентраций веществ в растворах. Любая задача с использованием понятия «олеум» фактически представляет собой совокупность сразу нескольких отдельных задач. Учащемуся необходимо проанализировать весь процесс решения, определить правильную последовательность и не ошибиться в нюансах, потому что любая ошибка приводит к разрушению логической конструкции и лавинообразному нарастанию количества неправильных действий на каждом последующем этапе (что приводит к потере всех баллов за задание).

На первом этапе ученик должен правильно определить массу серной кислоты в олеуме. Для этого ему необходимо определить состав олеума, который представляет собой совокупность концентраций серной кислоты из разных источников: как кислоты явно присутствующей в растворе, так и скрытой концентрацией кислоты, высвобождающейся из оксида серы VI посредством химической реакции с водой, протекающей при смешивании олеума с иным раствором. На этом этапе используются последовательно и параллельно такие ЛУУД как: подведение под понятие, сравнение, анализ, построение логической цепи рассуждений, формулирование проблемы и поиск пути ее решения. Завершает все синтез, после чего будет получен верный результат и ученик может переходить к следующему этапу решения задачи.

На первом этапе возможны следующие затруднения у учащихся.

1. Неправильное определение состава олеума, что свидетельствует как о недостаточном владении теоретическим материалом по видам растворов, так и о низком уровне сформированности подведения под понятие и сравнения. Решается проблема путем возвращения в блок «Растворы» и решением подобранных задач на определение состава растворов с добавлением различных компонентов.

2. Ошибка в расчете из-за не учтенной серной кислоты в растворе олеума указывает на дефект в построении логической цепи рассуждений, что исправляется отсылкой к специфике элементов, в частности, особенностям серной кислоты.
3. Ошибка в расчетах из-за не учтенного взаимодействия серного ангидрида с водой, содержащейся в растворе олеума, является следствием изначально неправильного анализа и последовавшего за этим нарушения в логической цепи рассуждений. Корректируется возвратом в начало рассуждения и переосмыслением последовательности шагов решения задачи.
4. Ошибка в выведении повышающего коэффициента свидетельствует об отсутствии формулирования проблемы (в случае, когда не определена необходимость использования коэффициента превращения серного ангидрида в серную кислоту) или о неправильном формулировании проблемы (в случае ошибки в расчете). Исправляется возвращением к отработке комбинированных расчетов и способов создания алгоритмов.
5. Произведен расчет без учета повышающего коэффициента, что является следствием неверного пути решения проблемы. Требуется дополнительная проработка подготовки и использования алгоритмов и опорных схем.
6. Неправильно задана переменная или сумма всех переменных, что происходит из-за некорректно проведенного синтеза. Решается проблема путем подбора заданий на формирование такого логического учебного действия как синтез.

На втором этапе решения задачи учащемуся нужно составить уравнение химической реакции, подобрать коэффициенты (от расстановки которых будут зависеть все дальнейшие расчеты) и вычислить количество серной кислоты, вступившей в реакцию с металлом. При этом учитывается множество факторов: концентрация кислоты, положение металла в электрохимическом ряду напряжения, наличие переменных степеней

окисления, особенности окислительно-восстановительного взаимодействия данных веществ. После этого определяются количества веществ реагентов, вступивших в реакцию и продуктов их взаимодействия. Кроме того, рассчитываются оставшиеся молярные концентрации реагентов, присутствовавших в избытке. Результативность второго этапа будет определяться уровнем сформированности таких логических универсальных учебных действий как подведение под понятие, установление причинно-следственных связей, построение логической цепи рассуждений, анализ.

На втором этапе возможны следующие затруднения у учащихся.

1. Неправильное составление уравнения реакции, что свидетельствует о недостаточном уровне сформированности следующих ЛУУД: подведения под понятие (отнесение серной кислоты к виду кислот-окислителей, в то время как рассчитанная концентрация определенно свидетельствует, что в данном случае кислота проявит свойства кислот неокислителей); установление причинно-следственных связей (взаимодействие кислоты с металлом записывается как без учета положения металла в электрохимическом ряду напряжений, так и без учета концентрации кислоты и, сопряженных с этим изменений степеней окисления); построение логической цепи рассуждений на основании вышеперечисленных особенностей; анализа. Коррекция потребует возвращения к блокам «Составление уравнений химических реакций», «Специфика элементов», «Окислительно-восстановительные реакции», отработки комбинированных заданий (требующих использования соответствующих ЛУУД).
2. Неправильное определение количеств веществ реагентов, вызванное нарушением в логической цепи рассуждений, повлекшим за собой неверный анализ. Исправляется дополнительной проработкой блока «Количество вещества». Часто требуется актуализация межпредметных связей химии с алгеброй.

На третьем этапе решения задачи учащемуся нужно определить мольные отношения между продуктами и реагентами и произвести расчет количества продукта с учетом конвертации единиц измерения. Результативность третьего этапа будет определяться правильностью выполнения всех предыдущих. Если на любом из них допущена малейшая ошибка, то выполнение третьего этапа невозможно в принципе. Но и при условии идеальных расчетов, произведенных на первом и втором этапе решения задачи, третий этап требует от учащегося хорошего владения такими ЛУУД как: анализ, подведение под понятие, построение логической цепи рассуждений.

На третьем этапе возможны следующие затруднения у учащихся.

1. Ошибки в определении мольных отношений, вызванные неточностями в анализе и построении логической цепи рассуждений. Для коррекции потребуется отработка расчетов мольных отношений и актуализация (часто) межпредметных связей химии с алгеброй.
2. Ошибки в расчетах, вызванные неправильными переводами единиц измерения, спровоцированные проблемами в подведении под понятие. Необходима актуализация межпредметных связей химии с физикой и математикой.
3. Ошибка в расчете из-за не учтенной серной кислоты в растворе олеума указывает на дефект построения логической цепи рассуждений, что исправляется отсылкой к специфике элементов, в частности, особенностям серной кислоты.

Таким образом, технологией предусмотрен достаточно большой объем подготовки учителя к каждой теме учебного предмета и требует от преподавателя, прежде всего, постоянного совершенствования собственной компетентности в вопросах формирования логических универсальных учебных действий. Основной проблемой здесь является необходимость больших временных затрат учителя на детальную и качественную подготовку как учебного материала, так и диагностических инструментов.

При недостаточном уровне сформированности у самого учителя тех логических универсальных учебных действий, которые он планирует формировать у учащихся, процесс подготовки занимает очень много времени. Но, несомненным плюсом является то, что с каждым новым разработанным уроком, с каждой новой решенной задачей, происходит одновременно как развитие и совершенствование логических универсальных учебных действий у самого педагога, так и формирование и последующее развитие логических универсальных учебных действий у обучающихся. Кроме того, временные затраты преподавателя на подготовку стремительно сокращаются, а уровень профессионализма вырастает настолько, что позволяет практически без подготовки давать любую тему на любую аудиторию, моментально адаптируясь под ее особенности.

Выводы по главе 2

Затруднения при подготовке и сдаче вступительных экзаменов в ВУЗы обусловлены низким уровнем сформированности у учащихся логических универсальных учебных действий.

Самые низкие показатели отмечаются по тем вопросам, которые требуют от выпускников высокого уровня сформированности анализа, синтеза, подведения под понятие, установления причинно-следственных связей, построения логической цепи рассуждений; выдвижения гипотез, формулирования проблемы, самостоятельного создания способов решения проблемы. Максимальные затруднения отмечаются при необходимости последовательного и, особенно, параллельного использования логических универсальных учебных действий.

Преподавателям нужны инструменты, позволяющие целенаправленно и методично формировать у учащихся логические универсальные учебные действия средствами учебных дисциплин.

Одним из инструментов по формированию логического мышления обучающихся может являться разработанная нами методика формирования и ЛУУД на уроках химии, а также подготовленный методический инструментарий, включающий технологию формирования ЛУУД для организации учебно-познавательной деятельности учащихся. Методика и технология направлены на поэтапное и последовательное формирование ЛУУД (анализа, синтеза, подведения под понятие, сравнения, установления причинно-следственных связей, построения логической цепи рассуждений, выдвижения гипотез, постановка проблемы и поиск путей ее решения) в процессе приобретения новых ЗУН.

Одним из основных условий внедрения методики формирования и развития логических универсальных учебных действий является высокая мотивация педагогов на повышение уровня своей компетентности в вопросах формирования логического мышления у учащихся.

Методика является достаточно трудоемкой и энергозатратной на начальных этапах освоения и применения, но при систематическом и планомерном использовании приводит к достаточно высокой результативности формирования логических универсальных учебных действий у любых групп обучающихся, включая группы учащихся, имеющих различные особенности.

Максимально быстрое достижение высоких уровней сформированности логических универсальных учебных действий ожидается в группе учащихся с высокими академическими способностями. В группе обучающихся с невысокими и низкими академическими способностями нами прогнозируется достижение менее высоких уровней сформированности всех ЛУУД.

Глава 3. Апробация методики формирования ЛУУД в процессе обучения химии

3.1. Результативность апробации методики формирования ЛУУД в процессе обучения химии

Лонгитюдное педагогическое исследование включало 4 этапа:

1. подготовительный (1998-2005гг): анализ современных психолого-педагогических и дидактико-методических научных исследований по проблеме формирования ЛУУД в обучении химии, изучение опыта ученых исследователей и учителей, выявление основных противоречий, формулирование концепции и методики исследования;
2. проектировочный (2005-2012гг): выбор подходов, разработка методики формирования ЛУУД, изучение влияния сформированности логических универсальных учебных действий на раскрытие личности учащихся, разработка образовательной технологии, педагогическое проектирование учебных ситуаций;
3. практический (2012-2020гг): организация и проведение педагогического эксперимента с целью определения эффективности разработанной методики;
4. заключительный (результативно-обобщающий: 2020-2022гг): математическая и статистическая обработка, анализ и обобщение результатов педагогического исследования, выявление возможных рисков и путей их коррекции, формулирование выводов, написание заключения, подготовка педагогических рекомендаций по организации учебного процесса изучения химии с учетом формирования ЛУУД учащихся.

В ходе первого и второго этапов педагогического исследования нами был подготовлен педагогический эксперимент, целью которого стало проверка эффективности применения разработанной нами методики формирования логических универсальных учебных действий в процессе изучения химии и подготовленного методического инструментария.

При проведении педагогического эксперимента очень важно было построить его таким образом, чтобы его результаты были полными и достоверными. Для этого нами были выполнены следующие условия:

1. определены цели и задачи педагогического эксперимента;
2. осуществлен подбор учащихся и преподавателей, которые примут в нем участие (на этом этапе крайне важно обеспечить наличие, как разных возрастных групп учащихся, так и различных типов учебных заведений, разумеется, на добровольной основе);
3. учащиеся и преподаватели поделены на экспериментальную и контрольную группы случайным образом (этот момент крайне важен для корректного подтверждения эффективности исследуемой методики или технологии). При отсутствии в исследовании контрольной группы не представляется возможным выявить истинную динамику прироста формируемых технологией и методикой умений;
4. определены этапы эксперимента, их длительность, составлена технологическая карта, разработаны диагностические работы, анкеты тесты;
5. отобраны методы математической и статистической обработки полученных данных с учетом задач эксперимента (здесь очень важно учесть и проверить все возможные корреляции, даже неочевидные на первый взгляд, для получения полной и достоверной картины) [11].

Педагогический эксперимент включал 3 этапа. Длительность педагогического эксперимента составила более 8 лет и заняла период с 2012г по 2020г.

Этапы эксперимента.

Первый этап (поисковый) включал изучение подходов к формированию логических универсальных учебных действий в дидактике и предметных методиках и выявление существующей проблемы. Для этого нами были использованы данные 1700 обучающихся пятнадцати

образовательных учреждений г. Королев МО (представленных гимназиями, лицеями и средними общеобразовательными школами).

На втором этапе (констатирующем) были определены причины низкого уровня сформированности логических универсальных учебных действий. Нами была выдвинута гипотеза, заключающаяся в том, что раскрытие способностей обучающихся на уроках химии возможно, если:

- систематически включать школьников в активную учебно-познавательную деятельность средствами современных образовательных технологий формирования логических универсальных учебных действий;
- разработать и применять систему опорных конспектов, отражающих логику содержания обучения химии;
- анализировать динамику сформированности логических универсальных учебных действий каждого обучающегося и осуществлять корректировку этого процесса.

Для решения выявленной проблемы нами была разработана методика формирования ЛУУД в процессе обучения химии и методический инструментарий, включающий технологию формирования ЛУУД.

В констатирующем этапе приняли участие 3100 обучающихся.

Третий этап (формирующий) продолжительностью 2 года, состоял из трех ступеней и был призван проследить изменения и тенденции в динамике с учетом использования методики формирования логических универсальных учебных действий, в частности, применения преподавателями в учебном процессе технологии формирования логических универсальных учебных действий. В формирующем этапе приняли участие 98 обучающихся и 16 учителей химии пятнадцати образовательных учреждений (представленных гимназиями, лицеями и средними общеобразовательными школами) г. о. Королев Московской области.

На формирующем этапе нами была исследована эффективность применения технологии формирования логических универсальных учебных действий в процессе изучения химии. Объектом исследования было обучение

химии в средней школе, а предметом исследования – процесс формирования логических учебных действий у учащихся старших классов при изучении химии. Целевой группой были учащиеся, планирующие сдачу ЕГЭ по химии.

В ходе формирующего этапа эксперимента были поставлены и выполнены следующие задачи:

- определен начальный уровень сформированности логических универсальных учебных действий у старшеклассников;
- установлена зависимость между использованием определенных видов деятельности и уровнем сформированности логических универсальных учебных действий;
- определены экспериментальная и контрольная группы учащихся;
- в экспериментальной группе применена технология формирования ЛУУД (в течение учебного года);
- определен итоговый уровень сформированности логических универсальных учебных действий у обучающихся экспериментальной и контрольной групп;
- проанализирована эффективность использования разработанной нами технологии формирования логических универсальных учебных действий при изучении химии;
- определены основные риски и затруднения при использовании технологии, намечены возможные пути минимизации рисков и оптимизации применения технологии.

В рамках педагогического эксперимента была изучена группа логических универсальных учебных действий: анализ; синтез; сравнение, классификация объектов по выделенным признакам; подведение под понятие, выведение следствий; установление причинно-следственных связей; построение логической цепи рассуждений; доказательство; выдвижение гипотез и их обоснование; формулирование проблемы; самостоятельное создание способов решения проблем творческого и поискового характера.

Нами была изучена корреляция между уровнем сформированности логических универсальных учебных действий и результатами решения заданий по химии высокого уровня сложности. Также была выявлена и проанализирована взаимосвязь всех показателей с возрастом (классом) и типом учебного заведения. В качестве критериев сформированности познавательных логических универсальных учебных действий оценивались: полнота действия, разумность, осознанность, обобщенность, критичность, освоенность (мера овладения действием) [207]. На их основе проводилась диагностика на всех этапах исследования.

Была выполнена тщательная статистическая обработка всех данных, полученных в результате эксперимента. При этом были поставлены и решены следующие задачи:

- 1) оценка полноты и однородности показателей, с расчетом их описательных статистик для всей выборки;
- 2) проверка на нормальность распределений и анализ выбросов в данных;
- 3) статистический анализ сравнения количественных, бинарных и номинальных показателей по группе «Класс»;
- 4) статистический анализ сравнения количественных и номинальных показателей по группе «Тип учреждения образования»;
- 5) статистический анализ сравнения количественных, бинарных и номинальных показателей для контрольной и экспериментальной групп («Группа»);
- 6) статистический анализ динамики количественных и бинарных показателей по периодам: «Входной» и «Выходной».¹³

Сравнения двух групп по количественным шкалам проводились на основе непараметрического критерия Манна-Уитни. Сравнения трех и более групп по количественным шкалам проводились на основе непараметрического критерия Краскела-Уоллеса. Для описания

¹³ Реброва, О. Ю. Статистический анализ медицинских данных. Применение пакета прикладных программ STATISTICA / О. Ю. Реброва ; О.Ю. Реброва. – Москва : Медиа Сфера, 2003. – 305 с. – ISBN 5-89084-013-4. – EDN QOCIZJ.

количественных показателей использовались среднее значение и стандартное отклонение в формате « $M \pm S$ ». На всех графиках для количественных переменных среднее арифметическое обозначено точкой, медиана обозначена горизонтальным отрезком, внутриквартильный размах обозначен прямоугольником, минимальные и максимальные значения обозначены вертикальными отрезками.

Для изучения влияния сразу нескольких независимых переменных (факторов) на зависимую использовался многофакторный дисперсионный анализ (ANOVA) – метод, который позволяет оценить не только влияние каждой независимой переменной на некоторый показатель (зависимую переменную), но и определить статистическую значимость взаимодействия этих независимых переменных. Взаимодействие показывает, зависит ли величина воздействия фактора от значений других факторов (переменных).¹⁴

Анализ динамики показателей в случае сравнения двух периодов производился на основе непараметрического критерия Вилкоксона, в случае сравнения трех и более периодов – на основе непараметрического критерия Фридмана.

Статистическая значимость различных значений для бинарных и номинальных показателей определялась с использованием критерия Хи-квадрат Пирсона в случае независимых выборок. И с использованием критерия МакНеймера в случае зависимых выборок. Корреляционный анализ проводился на основе непараметрической ранговой корреляции по Спирмену.

Уровень статистической значимости был зафиксирован на уровне вероятности ошибки 0.05. Статистическая обработка данных выполнена с использованием пакетов прикладных программ Statistica 10 и SAS JMP 11 [179, 220].

¹⁴ Реброва, О. Ю. Статистический анализ медицинских данных. Применение пакета прикладных программ STATISTICA / О. Ю. Реброва ; О.Ю. Реброва. – Москва : Медиа Сфера, 2003. – 305 с. – ISBN 5-89084-013-4. – EDN QOCIZJ.

На первой ступени формирующего эксперимента (начало учебного года, октябрь) был определен уровень сформированности логических универсальных учебных действий у старшеклассников. Для диагностики специально под задачи исследования была разработана работа, в которой результат выполнения заданий определялся способностью использовать определенные логические универсальные учебные действия, и не зависел от фактических знаний больших объемов учебного материала. Каждое задание в работе было соотнесено с логическими универсальными учебными действиями, требуемыми для его успешного выполнения. Работа состояла из трех заданий, каждое из которых было разбито на соответствующие этапы (в первом задании 6 этапов, во втором задании 16 этапов, в третьем задании 6 этапов). Задания были подобраны таким образом, чтобы фактические знания учебного предмета учащимися минимально влияли на результат их выполнения. Каждый этап подразумевал последовательное или параллельное выполнение учащимся определенного количества логических универсальных учебных действий.

Например, в цепочке превращений неорганических веществ учащимся предлагается следующий фрагмент: $\text{Na}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{X}_1 \rightarrow \text{NaOH}$. В рамках общеобразовательной программы свойства пероксида натрия не изучаются. Чтобы написать уравнения химических реакций, описывающих данную схему, учащийся должен последовательно применить: подведение под понятие, классификацию по выбранным признакам и сравнение (на этом этапе очень важно классифицировать вещество Na_2O_2 как пероксид, а не как оксид, определив степень окисления кислорода); затем провести анализ известных закономерностей (процессов окисления и восстановления сходных соединений); выдвинуть гипотезу о возможности протекания подобных реакций у перекисей, построив логическую цепочку рассуждений; произвести окончательный синтез, результатом которого станет возможным решение ($\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{Na} = 2\text{Na}_2\text{O}$; $\text{Na}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} = 2\text{NaOH}$).

В расчетной задаче, предлагаемой учащимся, условие составляется таким образом, чтобы полученные навыки требовалось применить в новой ситуации. Например: «Найдите массу осадка, полученного при добавлении по каплям 360мл 4%-го раствора гидроксида натрия (плотность раствора 1г/мл) к раствору, содержащему 12г хлорида бериллия». Свойства амфотерных соединений изучаются на примере алюминия и цинка, поэтому использование в аналогичной ситуации бериллия требует от ученика применения логических учебных действий в большей степени, что видно из Таблицы 3.1.

Таблица 3.1. Соответствие логических учебных действий последовательности решения расчетной задачи

№ п/п	Логические учебные действия, требующиеся для решения	Результат
1.Запись уравнений химических реакций	Подведение под понятие Классификация по выбранным признакам Сравнение Анализ Выведение следствий	$\text{BeCl}_2 + 2\text{NaOH} = \text{Be}(\text{OH})_2 + 2\text{NaCl}$ $\text{Be}(\text{OH})_2 + 2\text{NaOH} = \text{Na}_2[\text{Be}(\text{OH})_4]$
2.Определение исходного количества вещества реагентов	Подведение под понятие Сравнение Анализ Выведение следствий	$n(\text{BeCl}_2)_{\text{исх}} = 12\text{г} : 80\text{г/моль} = 0,15\text{моль}$ $n(\text{NaOH})_{\text{исх}} = 360\text{мл} \times 1\text{г/мл} \times 0,04 : 40\text{г/моль} = 0,36\text{моль}$
3.Определение избытка одного из реагентов в первой реакции, вывод о протекании второй реакции	Подведение под понятие Сравнение Анализ Выведение следствий Установление причинно-следственных связей Построение логической цепи рассуждений	По реакции 1 в избытке NaOH $n(\text{BeCl}_2)_{\text{вступ1}} = 0,15\text{моль}$ $n(\text{NaOH})_{\text{вступ1}} = 0,3\text{моль}$ $n(\text{NaOH})_{\text{ост1}} = 0,36 - 0,3 = 0,06\text{моль}$ $n(\text{Be}(\text{OH})_2)_{\text{образ1}} = 0,15\text{моль}$ $n(\text{NaCl})_{\text{образ1}} = 0,3\text{моль}$
3.Определение избытка одного из реагентов во второй реакции, определение массы осадка	Подведение под понятие Сравнение Анализ Выведение следствий Установление причинно-следственных связей Построение логической цепи рассуждений Доказательство	По реакции 2 в избытке $\text{Be}(\text{OH})_2$ $n(\text{NaOH})_{\text{вступ2}} = 0,06\text{моль}$ $n(\text{Be}(\text{OH})_2)_{\text{вступ2}} = 0,03\text{моль}$ $n(\text{Na}_2[\text{Be}(\text{OH})_4])_{\text{образ2}} = 0,03\text{моль}$ $n(\text{Be}(\text{OH})_2)_{\text{ост2}} = 0,15 - 0,03 = 0,12\text{моль}$ $m(\text{Be}(\text{OH})_2)_{\text{ост2}} = 0,12\text{моль} \times 43\text{г/моль} = 5,16\text{г}$

При записи уравнений химических реакций обучающийся должен последовательно применить подведение под понятие, классификацию по выбранным признакам, сравнение, анализ и выведение следствий для корректного написания уравнений происходящих реакций. Он не только должен классифицировать предполагаемые реакции, как реакции ионного обмена (используя необходимые правила и исключения данного раздела), но и установить амфотерность полученного гидроксида бериллия (что требует рассмотреть возможность частичного или полного растворения его в избытке щелочи).

При определении избытка реагентов в первой реакции и формулировании вывода о протекании второй реакции активно используются подведение под понятие, сравнение, анализ и выведение следствий (в данном случае принципиально важно определить необходимость определения мольных отношений реагентов для дальнейшего решения задачи с учетом наличия или отсутствия избытка щелочи). Подведение под понятие требуется для отнесения расчета к типу задач, требующих вычислений избытка одного из реагентов. Далее нужно провести сравнение мольных отношений реагентов по уравнению первой реакции и по условию задачи, проанализировать мольные отношения реагентов. После этого идет выведение следствий (установление недостатка хлорида бериллия в первой реакции), установление причинно-следственных связей (нахождение в пробирке после окончания первой реакции не только гидроксида бериллия и хлорида натрия, но и остатков гидроксида натрия), построение логической цепи рассуждений (на основании чего делается вывод о протекании второй реакции).

При определении избытка одного из реагентов во второй реакции и расчете массы осадка учащийся использует вначале подведение под понятие (второе уравнение также должно содержать расчеты для выявления наличия или отсутствия возможного избытка реагента), затем сравнение (мольных отношений реагентов по уравнению второй реакции и по данным,

полученным в первой реакции). После чего анализируются мольные отношения реагентов, выводится следствие (установление избытка гидроксида бериллия во второй реакции). Устанавливаются причинно-следственные связи (нахождение в пробирке после окончания второй реакции не только тетрагидроксобериллата натрия, но и хлорида натрия, оставшегося после первой реакции, также остатка гидроксида бериллия). Далее следует построение логической цепи рассуждений (на основании чего делается вывод о частичном растворении осадка) и доказательство (аргументированное заключение о массе осадка по окончании всех реакций в пробирке).

По окончании работы оценивалось качество выполнения задания. При наличии полного правильного решения можно сделать вывод о высоком уровне сформированности логического универсального учебного действия, привязанного к этапу задания. Каждое учебное действие привязывалось ко множеству этапов и использовалось в разных сочетаниях с другими логическими универсальными учебными действиями, что дало возможность оценивать уровень сформированности данного учебного действия у обучающихся.

На второй ступени формирующего эксперимента были сформированы контрольная и экспериментальная группы (отбор в группы производился на основании личного желания учащихся и преподавателей и был строго добровольным). Контрольная группа в течение 7 месяцев работала в привычном режиме, а экспериментальной группе было предложено использовать технологию формирования логических универсальных учебных действий в процессе обучения химии в течение такого же временного промежутка.

На третьей ступени формирующего эксперимента нами определен итоговый уровень сформированности логических универсальных учебных действий у старшеклассников [Приложение 4: Таблица Г1, Раздел 3]. Для выходного контроля была разработана итоговая работа, структура и уровень

сложности которой соответствовали уровню сложности и структуре диагностической работы входного контроля.

В ходе статистической обработки данных изучена полнота, степень однородности показателей, а также проверено соответствие распределения количественных показателей нормальному закону распределения, а для бинарных и номинальных показателей выделены наиболее часто встречаемые признаки.

Оценка полноты данных проведена с помощью количества непропущенных данных и их доли в полном объеме в формате «N (%)». Для описания центрального положения и абсолютного разброса данных использовались среднее значение и стандартное отклонение в формате « $M \pm S$ ». Для оценки относительного разброса использовался коэффициент вариации V (характеризует однородность показателя и позволяет сравнивать однородность разных показателей, независимо от их масштаба и единиц измерения). Считается, что, если коэффициент вариации меньше 10%, то степень рассеивания данных принимается как незначительная, от 10% до 20% - как средняя, больше 20% и меньше или равно 33% – как значительная. Если значение коэффициента вариации не превышает 33%, то совокупность можно рассматривать как однородную, если больше 33%, то – как неоднородную.

Для описания структуры показателя применены медиана и квартили в формате « $Me [LQ; UQ]$ » и минимум/максимум для оценки диапазона колебания показателя в формате «(Min; Max)». Проверка соответствия распределения значений показателя закону нормального распределения осуществлялось с помощью критерия согласия Пирсона. Определенный в результате уровень статистической значимости (P) характеризует соответствие распределения нормальному закону следующим образом. В случае $P > 0,05$ распределение соответствует нормальному распределению; при $P \leq 0,05$ – не соответствует. Частотный анализ с оценкой доли каждого значения использован для бинарных и номинальных показателей. Гипотеза

об однородности встречаемости признаков проверена с помощью критерия Хи-квадрат Пирсона [Приложение 5: Таблицы Д1 – Д4].

На основании таблиц можно сделать вывод о том, что среди 51 показателей нет показателей с неполными данными. Данных объемов было достаточно для проведения статистического анализа данных и формирования статистических выводов. Коэффициент вариации изменяется в диапазоне от 32 до 337%, что говорит о высоком уровне разнородности некоторых исследуемых показателей.

Из таблиц видно следующее. Среди показателей категории «Задание 1» чаще всего встречаются показатели «Определение X2, Выходной» (у подавляющего большинства респондентов, 98%) и «Определение X1, Выходной» (у подавляющего большинства респондентов, 94,9%), а реже всего – показатели «Определение масс/массовых долей веществ в конечном растворе, Входной» (менее, чем у половины респондентов, 8,2%) и «Расчеты по уравнению 2, Входной» (менее, чем у половины респондентов, 11,2%) [Приложение 5: Таблицы Д5 – Д8].

На основании таблицы можно видеть следующее. Для категории «Класс» были взяты почти одинаковые группы «10» (56,1%) и «11» (43,9%). Для категории «Пол» значение «Женский» встречается гораздо чаще (63,3%), чем значение «Мужской» (36,7%).

Контрольная группа составляет около четверти выборки (24,5%). Для категории «Тип учреждения образования» чаще всего встречается значение «СОШ» (50%), каждое значения «Гимназия» и «Лицей» встречается примерно у четверти выборки (24,5% и 25,5% соответственно) [Приложение 5: Таблица Д9].

На основании вышеизложенного можно сделать вывод о репрезентативности выборки, достаточности данных и достоверности проведенного исследования.

В ходе эксперимента нами были выявлены достаточно интересные зависимости.

При анализе данных первой ступени формирующего эксперимента было выявлено следующие закономерности. Прослеживалась корреляция уровня сформированности ЛУУД со степенью выполнения заданий высокого уровня сложности, с возрастом учащихся и типом образовательного учреждения. Самый высокий уровень сформированности был зафиксирован для такого логического универсального учебного действия как подведение под понятие. Средний уровень сформированности определялся у построения логической цепи рассуждений. У обучающихся был выявлен низкий уровень сформированности сравнения, установления причинно-следственных связей, анализа, синтеза, умения выдвигать гипотезы. Практически не были сформированы к 11 классу такие ЛУУД как формулирование проблемы и самостоятельное создание способов решения проблем творческого и поискового характера. Наихудший результат продемонстрировали учащиеся в заданиях, предполагающих последовательное и параллельное использование подведения под понятие, установления причинно-следственных связей, анализа, построения логической цепи рассуждения. И наконец, задания, в которых требовалось формулирование проблемы и самостоятельное создание способов ее решения, оказались невыполнимыми для 97% учащихся. Все вышеперечисленные данные статистически значимо различались для 10 и 11 классов.

По итогам выходного контроля по-прежнему прослеживалась четкая корреляция между уровнем сформированности ЛУУД и возрастом учащихся, а также типом учебного заведения [Приложение 6: Таблица Е1- Таблица Е8], что видно из рисунков 3.1., 3.2., 3.3. и 3.4.

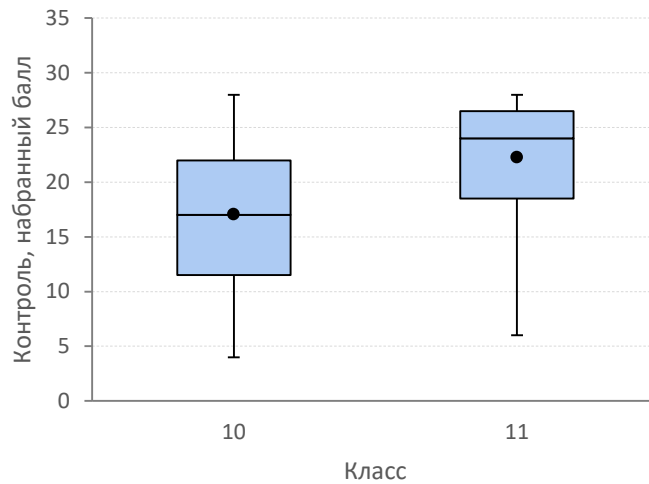


Рисунок 3.1. Показатель «Выходной контроль, набранный балл» для значений переменной «Класс» – статистика.

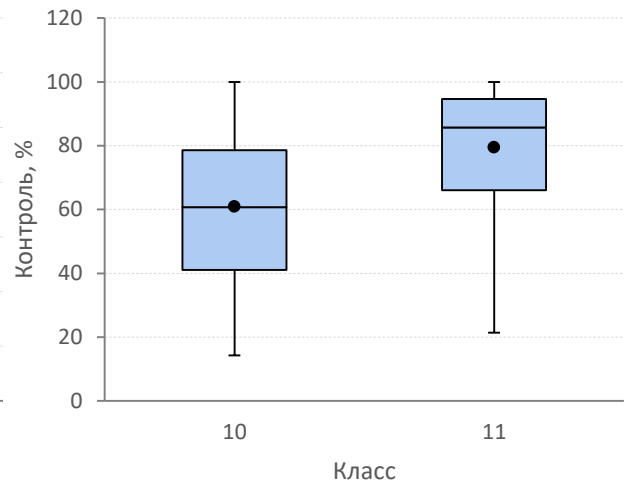


Рисунок 3.2. Показатель «Выходной контроль, %» для значений переменной «Класс» – статистика.

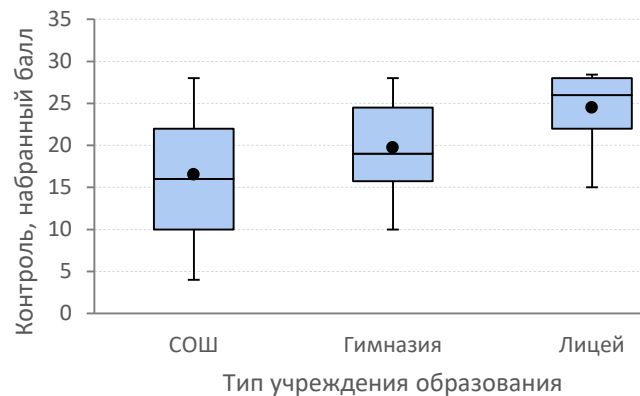


Рисунок 3.3. Показатель «Выходной контроль, набранный балл» для значений переменной «Тип учреждения образования» – статистика.

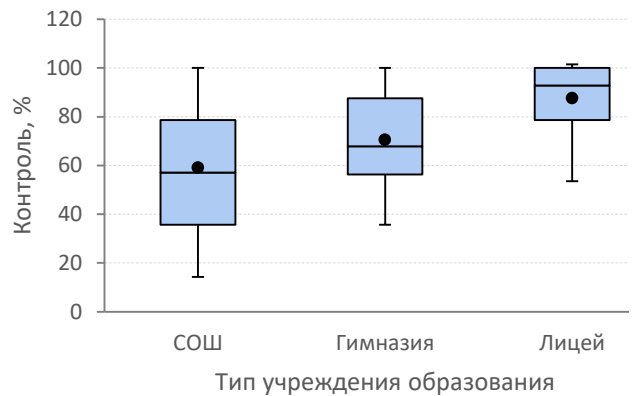


Рисунок 3.4. Показатель «Выходной контроль, %» для значений переменной «Тип учреждения образования» – статистика.

Сохраняется статистически значимая зависимость между уровнем сформированности логических универсальных учебных действий и обучением в определенном типе общеобразовательного учреждения. Можно сделать закономерный вывод, что любое профилирование дает значительные преимущества в скорости и качестве формирования логических универсальных учебных действий.

Но, изучение динамики изменения показателей показало, что *прирост уровня сформированности логических универсальных учебных действий не зависел от типа образовательного учреждения, а определялся*

нахождением учащегося в контрольной или экспериментальной группе. В экспериментальной группе динамика прироста уровня сформированности учебных действий была существенно больше.

Самый высокий уровень сформированности по результатам итогового контроля был зафиксирован для такого ЛУУД как подведение под понятие. Хороший уровень сформированности был выявлен у построения логической цепи рассуждений, сравнения, установления причинно-следственных связей, анализа, синтеза, умения выдвигать гипотезы. Улучшились показатели уровня сформированности и по таким ЛУУД как формулирование проблемы и самостоятельное создание способов решения проблем творческого и поискового характера (которые являются самыми сложными для формирования в своей группе ЛУУД).

Анализ динамики показателей в контрольной и экспериментальной группах показал, что в категории «Контроль, динамика» все показатели в них статистически значимо различаются [Приложение 6: Таблица Е9], в экспериментальной группе результат существенно выше, что видно из рисунков 3.5. и 3.6.

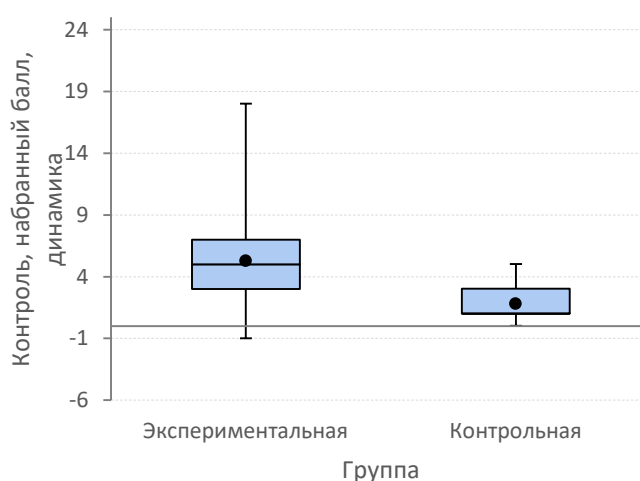


Рисунок 3.5. Показатель «Входной-Выходной контроль, набранный балл, Динамика» по переменной «Группа» – статистика.

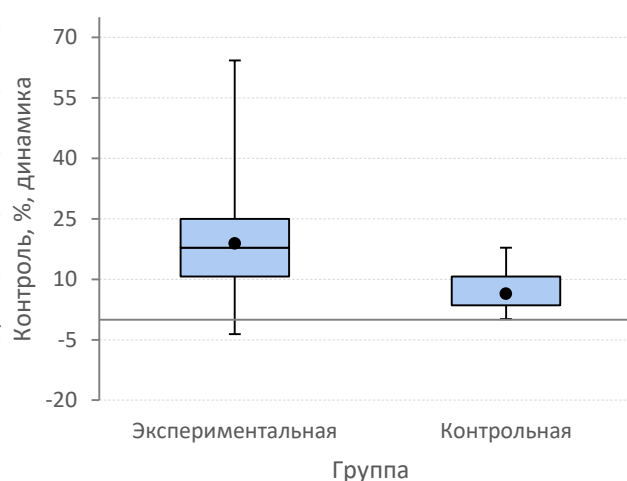


Рисунок 3.6. Показатель «Входной-Выходной контроль, %, Динамика» по переменной «Группа» – статистика.

При изучении динамики уровня сформированности логических универсальных учебных действий наиболее существенные различия выявлены по формулированию проблемы и созданию способов ее решения. В контрольной группе не было зафиксировано никаких изменений, а в экспериментальной группе отмечен значительный рост. Максимальные отличия между экспериментальной и контрольной группами в динамике уровня сформированности синтеза (в 7 раз динамика выше в экспериментальной группе), выдвижения гипотезы (в 6 раз), анализа (в 4 раза), сравнения (в 4 раза), построения логической цепи рассуждений (в 4 раза).

В контрольной группе динамика не превышает 9,59%, в то время как в экспериментальной группе колеблется в промежутке от 27,07% до 44,36%, а для постановки проблемы и самостоятельного создания способов ее решения достигает 212%, что видно из Таблицы 3.2.

Таблица 3.2. Анализ динамики количественных показателей по категории «ЛУУД» по периодам: «Входной» и «Выходной» по группам «Контрольная» и «Экспериментальная»

Группа	Показатель	М ± S, Входной	М ± S, Выходной	Динамика	Уровень Р
Экспериментальная	Анализ	10,16 ± 5,24	14,20 ± 4,70	39,76%	<0,0001
Экспериментальная	Анализ,%	50,81 ± 26,22	71,01 ± 23,52	39,76%	<0,0001
Экспериментальная	Синтез	5,27 ± 3,23	7,61 ± 3,31	44,36%	<0,0001
Экспериментальная	Синтез,%	43,92 ± 26,93	63,40 ± 27,62	44,36%	<0,0001
Экспериментальная	Сравнение, классификация объектов по выделенным признакам	4,27 ± 3,29	5,93 ± 3,46	38,92%	<0,0001
Экспериментальная	Сравнение, классификация объектов по выделенным признакам, %	42,70 ± 32,87	59,32 ± 34,61	38,92%	<0,0001
Экспериментальная	Подведение под понятие,	7,30 ± 4,13	9,49 ± 3,42	30,00%	<0,0001

	выведение следствий				
Экспериментальная	Подведение под понятие, выведение следствий, %	56,13 ± 31,77	72,97 ± 26,32	30,00%	<0,0001
Экспериментальная	Установление причинно- следственных связей	6,09 ± 3,14	8,28 ± 3,13	35,92%	<0,0001
Экспериментальная	Установление причинно- следственных связей, %	50,79 ± 26,14	69,03 ± 26,12	35,92%	<0,0001
Экспериментальная	Построение логической цепи рассуждений	9,78 ± 4,95	13,58 ± 4,35	38,81%	<0,0001
Экспериментальная	Построение логической цепи рассуждений, %	51,49 ± 26,07	71,48 ± 22,92	38,81%	<0,0001
Экспериментальная	Выдвижение гипотез и их обоснование	2,45 ± 1,75	3,11 ± 1,56	27,07%	<0,0001
Экспериментальная	Выдвижение гипотез и их обоснование, %	48,92 ± 35,06	62,16 ± 31,15	27,07%	<0,0001
Экспериментальная	Формулирование проблемы и её решение	0,11 ± 0,31	0,34 ± 0,48	212,50%	0,0003
Контрольная	Анализ	11,29 ± 3,48	12,38 ± 3,99	9,59%	0,0036
Контрольная	Анализ,%	56,46 ± 17,41	61,88 ± 19,94	9,59%	0,0036
Контрольная	Синтез	6,88 ± 2,80	7,29 ± 2,94	6,06%	0,0423
Контрольная	Синтез,%	57,29 ± 23,35	60,76 ± 24,51	6,06%	0,0423
Контрольная	Сравнение, классификация объектов	5,08 ± 2,34	5,54 ± 2,67	9,02%	0,0180
Контрольная	Сравнение, классификация объектов, %	50,83 ± 23,39	55,42 ± 26,70	9,02%	0,0180
Контрольная	Подведение под понятие, выведение следствий	7,67 ± 2,93	8,42 ± 3,19	9,78%	0,0054
Контрольная	Подведение под понятие, выведение следствий, %	58,97 ± 22,53	64,74 ± 24,53	9,78%	0,0054
Контрольная	Установление	6,71 ±	7,38 ± 2,76	9,94%	0,0117

	причинно-следственных связей	2,46			
Контрольная	Установление причинно-следственных связей, %	55,90 ± 20,48	61,46 ± 23,03	9,94%	0,0117
Контрольная	Построение логической цепи рассуждений	11,04 ± 3,37	12,04 ± 3,76	9,06%	0,0036
Контрольная	Построение логической цепи рассуждений, %	58,11 ± 17,73	63,38 ± 19,78	9,06%	0,0036
Контрольная	Выдвижение гипотез и их обоснование	2,75 ± 1,45	2,88 ± 1,48	4,55%	0,1088
Контрольная	Выдвижение гипотез и их обоснование, %	55,00 ± 29,04	57,50 ± 29,67	4,55%	0,1088
Контрольная	Формулирование проблемы и её решение	0,00 ± 0,00	0,04 ± 0,20		0,3173

Таким образом, в экспериментальной группе зафиксирована значительная положительная динамика уровня сформированности всех ЛУУД.

Контрольная и экспериментальная группа статистически значимо отличались по динамике всех показателей в категории «ЛУУД» [Приложение 6: Таблица Е10], что видно из рисунков Рисунок 3.7. – Рисунок 3.12.

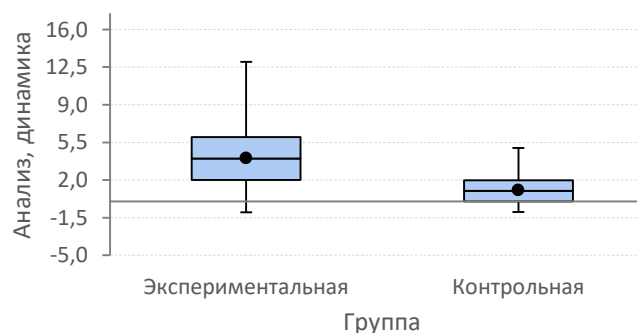


Рисунок 3.7. Показатель «Анализ, динамика, Входной – Выходной» для переменной «Группа» – статистика.

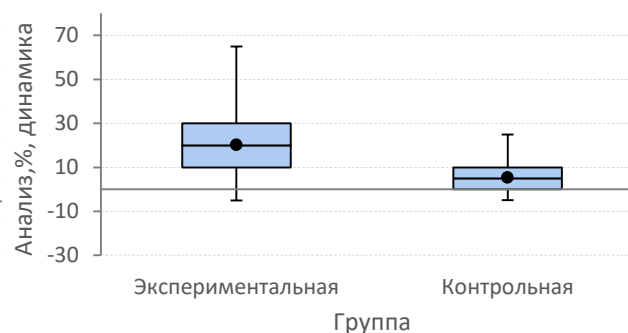


Рисунок 3.8. Показатель «Анализ, динамика, Входной – Выходной, %» для переменной «Группа» – статистика.

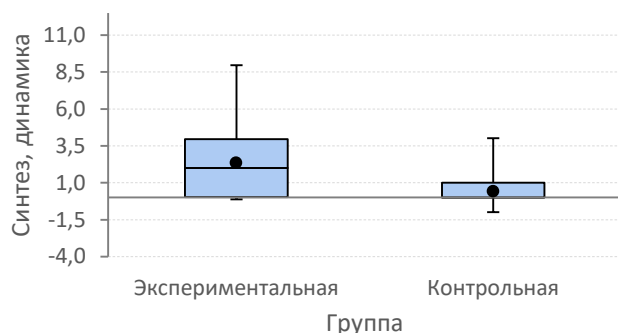


Рисунок 3.9. Показатель «Синтез, динамика, Входной – Выходной» для переменной «Группа» – статистика.

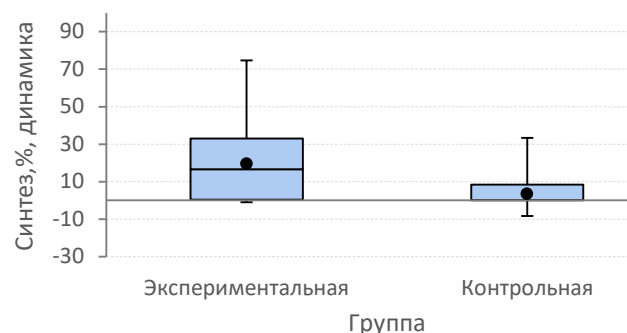


Рисунок 3.10. Показатель «Синтез, динамика, Входной – Выходной, %» для переменной «Группа» – статистика.

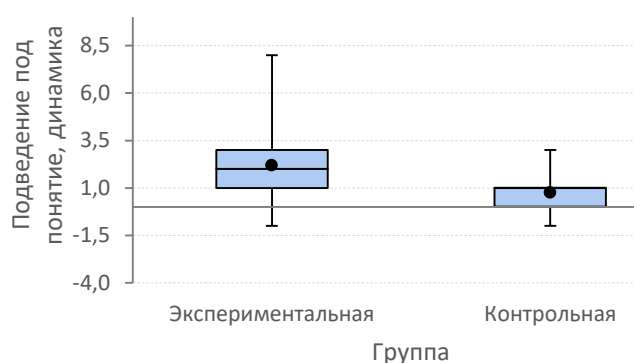


Рисунок 3.11. Показатель «Подведение под понятие, выводение следствий, динамика, Входной – Выходной» для переменной «Группа» – статистика.

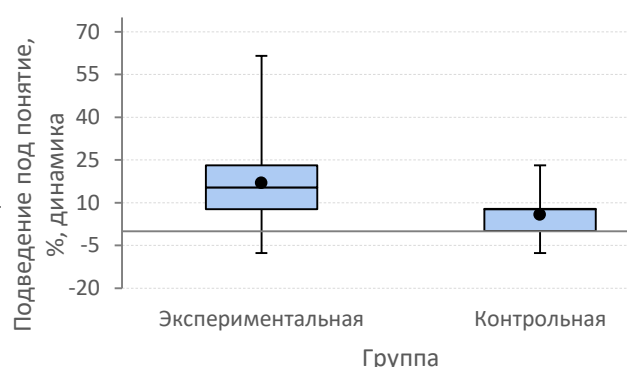


Рисунок 3.12. Показатель «Подведение под понятие, выводение следствий, динамика, Входной – Выходной, %» для переменной «Группа» – статистика.

Внутри экспериментальной группы лучшую динамику уровня сформированности демонстрируют такие логические универсальные учебные действия как: постановка проблемы и самостоятельное создание способов ее решения, синтез, анализ, сравнение, построение логической цепи рассуждений, установление причинно-следственных связей. Чуть меньшая, но достаточно существенная динамика прослеживается в уровне сформированности подведения под понятие и построении логической цепи рассуждений.

На основании вышеизложенного можно говорить об успешности проведенного педагогического эксперимента и считать технологию формирования познавательных логических универсальных учебных

действий достаточно эффективной при применении ее не только автором, но и преподавателями химии, ранее с ней незнакомыми.

В ходе исследования выявлено, что низкий уровень сформированности логических универсальных учебных действий приводит к серьезным затруднениям при подготовке и сдаче ЕГЭ и дополнительных испытаний, проводимых большинством ВУЗов. Целенаправленное, управляемое и контролируемое формирование логических учебных действий в обучении химии не только приводит к значительному приросту уровня их сформированности, но и значительно улучшает успеваемость учащихся по смежным предметам.

Любое профилирование предпочтительнее работы по общеобразовательной программе в случае неприменения технологии формирования логических универсальных учебных действий в процессе изучения химии.

Разработанная нами технологии формирования ЛУУД при изучении химии в условиях реализации ФГОС СОО успешно прошла апробацию в ходе формирующего эксперимента и показала эффективность независимо от профилирования, возраста и типа учебного заведения.

Методика формирования логических универсальных учебных действий на уроках химии позволяет планомерно и систематически формировать и развивать логические универсальные учебные действия у школьников, способствует усилению мотивации к дальнейшему изучению предмета и активизации познавательной и исследовательской деятельности учащихся.

Из вышеописанного следует, что основной задачей современной школы должно стать достижение достаточно высокого уровня сформированности универсальных учебных действий посредством любых технологий, направленных на развитие у обучающихся умений и навыков установления причинно-следственных связей, подведения под понятие, осуществления анализа, сравнения, синтеза, построения логической цепи рассуждений, выдвижения гипотез и их обоснования. Все это должно

приводить к постепенному формированию у школьников способности самостоятельно формулировать проблему и создавать способы ее решения (основываясь на результатах поиска, отбора и всестороннего анализа информации), алгоритмизировать их, использовать в новых ситуациях, что обеспечит выпускникам возможность быстрого обучения и переобучения в течение всей жизни.

3.2. Условия и трудности внедрения технологии формирования ЛУУД при изучении химии

Основываясь на результатах апробации технологии формирования логических универсальных учебных действий в процессе изучения химии, можно выделить ряд сложностей, возникающих при ее реализации.

Первой и основной проблемой, препятствующей эффективному внедрению технологии, является недостаточно глубокое понимание учителями сущности логических универсальных учебных действий. В большинстве случаев, знания довольно поверхностные. Учителя в недостаточной степени знакомы с критериями сформированности ЛУУД (полнотой действия, разумностью, осознанностью, обобщенностью, критичностью, освоенностью). При подготовке рабочей программы довольно небольшое число преподавателей детально прописывают в качестве задач формирование всех видов ЛУУД и, практически никогда не закладывают в план отслеживание динамики их формирования. Очень часто отмечается низкий уровень понимания специфики формирования ЛУУД в процессе обучения химии. Как следствие этого, формирование анализа, синтеза, сравнения, классификации объектов по выделенным признакам, подведения под понятие, выведения следствий, установления причинно-следственных связей, построение логической цепи рассуждений, доказательства, выдвижения гипотез и их обоснования, формулирования проблемы и самостоятельного создания способов ее решения носит хаотический

характер. Педагоги не знакомы с особенностями отслеживания в динамике уровня сформированности ЛУУД применительно к специфике своей учебной дисциплины.

Для целенаправленного и успешного формирования у учащихся ЛУУД в процессе обучения химии учителю требуется довольно большое количество времени, необходимое на освоение как теоретического материала по данной проблеме, так и на самостоятельную отработку навыков. Первые этапы освоения технологии связаны с большими временными затратами и влекут полную и частичную перестройку всей работы по предмету. Это связано с тем, что вся методика в каждой параллели классов должна быть продумана заранее, подобраны в большом количестве дифференцирующие задания по всем разделам, спрогнозированы вероятные затруднения и продуманы возможные пути их устранения. В дальнейшем, количество времени, затрачиваемое учителем на подготовку, уменьшается в геометрической прогрессии, так как после налаживания процесса остается лишь корректировать и вносить изменения в соответствии с изменяющимися условиями. Но первый этап достаточно трудозатратный, и не всегда мотивация преподавателя на получение новых знаний, умений и навыков достаточно высока.

Вторая трудность возникает при адаптации технологии к существующим общеобразовательным программам и учебно-методическим комплектам. Далеко не каждый учебно-методический комплект подходит для качественной реализации технологии. Если рабочая программа составляется учителем на основе общеобразовательной программы, которая не следует внутренней логике изучаемой дисциплины, формирование логических универсальных учебных действий становится крайне затруднительным, что в свою очередь, дополнительно снижает мотивацию педагога к продолжению работы. Если же учитель предварительно проанализировал рекомендованные общеобразовательные программы и учебники, выбрал программу, соответствующую внутренней логике подачи

химического материала, то формирование логических универсальных учебных действий становится естественным результатом обычного следования логике изучения химии.

Третье затруднение может возникнуть вследствие недостаточной мотивации обучающихся к изучению предмета. Работа по технологии во многом способствует формированию устойчивого интереса к химии, в первую очередь, за счет того, что учащиеся начинают действительно разбираться в предмете, они решают все более и более сложные задания, что способствует росту самооценки и, как следствие, возникает и укрепляется желание продолжать учебу. Но для получения первых положительных результатов должно пройти некоторое время, и на этой стадии многое зависит от учителя (обычно успешность определяется отсутствием критики в жесткой или грубой форме). Каждое неправильное действие нужно обсуждать в контексте выбора более правильного пути, который учитель проходит вместе с учеником (направляя его с помощью наводящих вопросов и помогая сначала увидеть разнообразие вариантов решения, а затем и определить из них наиболее рациональный или единственно верный).

Четвертое затруднение связано со способом подачи учебного материала. Поскольку технология формирования логических универсальных учебных действий предполагает активное использование опорных конспектов и схем, то на первое место выходит вопрос об их качестве. Это особенно важно, потому что в перспективе учащиеся должны сами освоить способы составления опорных конспектов и схем, анализируя большие массивы новой для них информации. Правильное самостоятельное составление опорных схем и конспектов или отбор действительно качественных (имеющихся в наличии в сети и печатных изданиях) – это сложный процесс, зависящий от квалификации преподавателя. Многие обучающиеся, как правило, крайне неудовлетворительно работают с информацией, не в состоянии правильно структурировать ее, вычленять главное, самостоятельно составлять даже простейшие схемы и использовать

их в дальнейшем. Минимальная эффективность наблюдается в случае, если учитель преподносит и фиксирует учебный материал, пользуясь только материалом учебника, не демонстрируя схемы, в которых отражены все базовые понятия урока в виде четких правил и не менее четких исключений из них. Если в подготовленном учителем опорном конспекте примеры по применению рассматриваемых законов и правил и по идентификации исключений и приемами работы с ними занимают менее трети всего объема, то такой опорный конспект малоэффективен.

Еще один риск заключается в том, что опорные конспекты полностью составляет и предлагает учитель, не увеличивая долю самостоятельности учащихся. В итоге, ученики не осваивают этот крайне важный навык. По технологии формирования логических универсальных учебных действий педагог помогает ученикам освоить различные способы структурирования нового материала, добиваясь в итоге их полной самостоятельности при создании опорных конспектов, добавляя только информацию по исключениям и условиями их применения.

Серьезные проблемы так же могут возникать при неправильном дозировании степени самостоятельной работы учащихся. Можно выделить две наиболее распространенные ошибки учителей: предложение слишком большого объема самостоятельной работы на первых этапах (в случае, когда еще не достигнут даже минимальный уровень сформированности навыка) или, наоборот, выполнение всех действий или вместо ученика или вместе с учеником. В первом случае у учеников ожидаемо возникает ситуация неуспеха и исчезает в дальнейшем всякое желание повторять попытки. Во втором случае формирование логических универсальных учебных действий просто не происходит, в лучшем случае идет заучивание алгоритмов, предложенных учителем. Степень самостоятельной работы учащихся должна увеличиваться постепенно и незаметно для них, так же как и уровень сложности предлагаемых заданий.

На основании вышеизложенного можно выделить следующие **условия эффективного использования методики и технологии формирования ЛУУД в процессе обучения химии.**

1. Использование образовательных программ и учебно-методических комплектов, следующих внутренней логике учебной дисциплины.
2. Составление подробной рабочей программы учителем с перечислением формируемых логических универсальных учебных действий внутри каждой темы, указанием предполагаемых проблем и затруднений и возможных способов их коррекции.
3. Адекватный поставленной цели выбор учебных пособий и сборников задач.
4. Использование при подаче учебного материала опорных конспектов и схем, учитывающих все правила и исключения.
5. Достаточное овладение преподавателями теоретическими и практическими основами формирования логических универсальных учебных действий.
6. Мотивация преподавателей и учащихся.
7. Возможное, но необязательное условие – наличие профиля в образовательном учреждении (идеально совмещение технологии с профилированием, что существенно ускоряет формирование действий и навыков, к тому же позволяет достичь более высокого уровня их сформированности). Физико-математический профиль будет способствовать гораздо более быстрому формированию логических универсальных учебных действий, но и гуманитарный профиль также позволит достичь достаточно высоких показателей.

3.3. Научно-методические рекомендации для учителей химии по формированию ЛУУД при обучении химии.

Основываясь на результатах осуществленного педагогического эксперимента, нами предлагаются следующие научно-методические рекомендации для учителей химии по формированию ЛУУД.

Первая, наиболее значимая рекомендация, следование которой позволяет, как достигнуть максимальной эффективности при формировании логических универсальных учебных действий, так и значительно снизить возможные риски, касается выбора учебной программы. При изучении предмета следует выбирать программы, следующие внутренней логике изучаемой дисциплины. В частности, в 8 классе рационально вводить темы в порядке, при котором каждая тема является базисом последующей. Должна быть исключена возможность заложения фактических ошибок, которые приходится искоренять путем переучивания материала.

В современных программах 8 класса по химии для общеобразовательных школ можно выделить два основных подхода, которые принципиально отличаются по очередности подачи материала. В первом подходе сначала изучается состав и строение атома, особенности электронной оболочки, взаимосвязь строения атомов элементов с их положением в Периодической системе. Затем рассматриваются свойства элементов и динамика их изменения, рассматриваются понятие электроотрицательности, после чего идет логически обоснованный выход на тему «Химическая связь» (в которой подробно и в сравнении изучаются ключевые понятия для химии – «валентность» и «степень окисления»). Только после этого следует приступать к составлению химических формул веществ (используя понятие степени окисления, но не валентности), изучать классификацию неорганических веществ. На этом этапе необходимо убедиться, что ЗУН и ЛУУД, требующиеся для разбора последующих тем находятся у обучающихся на уровне не ниже четвертого согласно критериям

сформированности. Затем можно приступать к изучению химических реакций, протекающих между веществами.

Во втором подходе к составлению программ сначала изучаются вещества и смеси, типы химических реакций, классификация химических веществ, составление формул и уравнений реакций. И лишь в конце учебного года рассматривается строение атома и химическая связь.

Отличия между этими подходами в подаче тем в 8 классе гораздо более существенные, чем может показаться на первый взгляд, хотя и в том и в другом случае проходятся одинаковые темы. Но первый подход четко следует внутренней логике изучаемого предмета, все понятия вводятся поэтапно, обоснованно, с постепенным приростом как уровня сложности элементов содержания, так и формируемых логических универсальных учебных действий. Составление формул с использованием понятия степени окисления позволяет избежать серьезных ошибок в понимании сущности неорганической и органической химии. Во втором подходе нарушается логика изложения, как следствие не возникает глубокое и полное понимание предмета, вследствие этого качественное формирование логических универсальных учебных действий становится весьма затруднительным.

Приведем наглядный пример. При использовании общеобразовательных программ, основанных на втором подходе, составление формул в 8 классе осуществляется с использованием понятия «валентность». Поскольку это понятие может быть использовано только для веществ с ковалентной связью и не может использоваться (или применяется с ограничениями) для веществ с ионной, металлической и смешанными связями, то сразу возникает серьезное противоречие. С одной стороны необходимо научить детей составлять формулы всех базовых классов неорганических соединений, с другой стороны это невозможно, так как понятие валентности не существует для ряда классов или имеет огромное количество исключений в остальных классах.

Как решается эта проблема в практике российских школ? Приемлемые способы и методические рекомендации отсутствуют. У учителя есть два варианта выхода из этой ситуации.

Первый вариант – предлагать учащимся все же составлять формулы всех веществ по валентности. При этом понятие валентности либо используется там, где его вообще нет, либо указывается заведомо неверное его значение, что недопустимо. Рассмотрим составление формул оксидов. Для оксидов металлов недопустимо использование данного понятия, так как в этих соединениях ионная связь. В оксидах неметаллов преобладает ковалентная связь, поэтому использование валентности, казалось бы, возможно. Но и здесь достаточно большое количество исключений, которые приходится заучивать наизусть без всякого понимания. А адекватное понимание логики этих исключений возможно лишь на уровне материала 10-11 классов. Например, максимальная валентность азота в соединениях равна четырем, а чтобы составлять формулы с азотом в 8 классе указывают несуществующее значение валентности равное пяти. В формуле угарного газа ошибочно проставляются значения валентности углерода и кислорода равные двум вместо правильного значения равного трем. При этом формируется заведомо неправильное понимание понятия валентность у учеников, что приводит к необходимости переучивания в старших классах и серьезным потерям времени. Не забываем и о другой проблеме – на первое место выходит запоминание больших массивов информации, не имеющей видимой логики. Ожидаемо школьники справляются с этим плохо и очень плохо.

Второй, ничуть не лучший, способ – составлять по валентности формулы очень ограниченного круга веществ, но это ведет к невыполнению государственной программы на 35-40%. Кроме этого сразу же ставится барьер для более сильных учеников, которые хотят и могут работать на более высоком уровне сложности.

При работе же с учебными программами, составленными на основе первого подхода, таких проблем не возникает, так как составление формул ведется на основе понятия степени окисления, которое является универсальным для всех классов органических и неорганических веществ и имеет мало ограничений в использовании. Более того, сразу можно выходить на гораздо более высокие уровни сложности учебного материала, что обеспечивает как прекрасную возможность дифференцирования, так и быстрый рост показателей динамики уровня сформированности логических универсальных учебных действий у учащихся с высокими академическими способностями. Так же и в группе детей с ограниченными возможностями (у которых изучение химии по программам на основе второго подхода сопряжено со значительными трудностями и, как правило, является безуспешным) удастся достичь пусть и невысоких, но приемлемых уровней сформированности ЗУН и ЛУУД.

Поэтому первое, что необходимо делать преподавателю, это тщательный анализ и адекватный поставленной цели выбор учебной программы.

Вторая рекомендация касается выбора рабочих тетрадей, задачников и пособий. Сборники задач необходимо отбирать, следуя той же логике изучения предмета, на основании выбранной ранее учебной программы. Как правило, задачников, входящих в учебно-методический комплект, предлагаемый автором учебника, недостаточно для обеспечения приемлемой дифференциации. Поэтому стоит вначале подробнее образом разработать рабочую программу и поурочное планирование к ней, прописав в каждой теме формируемые в процессе ее изучения ЗУН и логические универсальные учебные действия, и, уже после этого подбирать сборники задач и упражнений. Более того, внутри каждого задачника следует заранее отобрать задания с учетом дифференциации (под формирование каждого навыка и каждой компетенции закладываются варианты для слабоуспевающих ребят, основной части учеников со средними

показателями, учащихся с высокими академическими способностями). Если такая работа проделана заранее, то во время учебного года учитель лишь корректирует, уменьшая или увеличивая долю того или иного компонента.

Третья рекомендация затрагивает подачу учебного материала. К сожалению, большинство выпускников не умеют работать с массивами информации, структурировать ее, вычленять главное, самостоятельно составлять опорные конспекты и использовать их в дальнейшем. Максимальная эффективность наблюдается в случае, если учитель преподносит и фиксирует учебный материал в форме опорного конспекта, в котором отражены все базовые понятия урока в виде схем, четких правил и не менее четких исключений из них. Не менее трети опорного конспекта должны занимать примеры как по применению рассматриваемых законов и правил (кроме стандартных примеров, в которых правило выполняется досконально, должны быть примеры с наиболее распространенными нюансами) так и по идентификации исключений и приемами работы с ними.

На начальных этапах изучения химии опорные конспекты полностью составляет и предлагает учитель, постепенно увеличивая долю самостоятельности учащихся, доводя ее до 90-95%. В итоге, учитель занимается лишь коррекцией опорных схем, следя за достаточным объемом материала и полнотой рассмотрения законов, правил и следствий. В идеале учитель добавляет только информацию по исключениям и условиями их применения.

Нами была поставлена задача, помимо разработки методики формирования ЛУУД, подготовить инструменты для преподавателей, позволяющие научиться самостоятельному планированию и контролю всего процесса формирования ЛУУД. Одним из методических инструментов является технология формирования ЛУУД в процессе изучения химии, которая прошла успешную апробацию в ходе длительного педагогического эксперимента. Другим методическим инструментом стала дополнительная профессиональная программа (повышения квалификации) «Предметно-

методическая компетентность учителя химии в формировании познавательных логических универсальных учебных действий при решении расчетных задач высокого уровня сложности в условиях реализации ФГОС СОО» [Приложение 7: Раздел 1].

Целью реализации программы является совершенствование предметно-методической компетентности учителя химии в формировании логических универсальных учебных действий (анализа, синтеза, подведения под понятие) при решении расчетных задач высокого уровня сложности в условиях реализации ФГОС среднего общего образования.

В основу программы заложена возможность совершенствования таких компетенций как: способность осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач; способность проектировать организацию совместной и индивидуальной учебной и воспитательной деятельности обучающихся, в том числе с особыми образовательными потребностями; способность осуществлять контроль и оценку формирования результатов образования обучающихся, способность выявлять и корректировать трудности в обучении.

После прохождения программы учителя должны знать: содержание современного среднего общего образования предметной области «Естественные науки» учебного предмета «Химия» с учетом требований ФГОС СОО; особенности организации образовательной деятельности для формирования ЛУУД у обучающихся; особенности контроля и оценки формирования результатов образования обучающихся в области формирования универсальных учебных действий, способы диагностики затруднений и пути их коррекции. Учителя, успешно завершившие программу, усовершенствуют следующие компетенции: умение реализовывать содержание современного среднего общего образования предметной области «Естественные науки» учебного предмета «Химия» через различные формы организации деятельности обучающихся; навыки

использования системно-деятельностного подхода при решении расчетных задач высокого уровня сложности для формирования логических универсальных учебных действий у учащихся; умение применять различные формы контроля и оценки результатов обучающихся в области формирования универсальных учебных действий, диагностировать затруднения и выбирать оптимальные пути их коррекции. Программа предназначена для учителей химии образовательных организаций, имеющих среднее профессиональное и/или высшее профессиональное образование. В структуре программы преобладают интерактивные занятия, что соответствует логике формирования ЛУУД. Основная часть программы посвящена особенностям формирования ЛУУД в процессе обучения химии и предусматривает большой объем практической работы учителей по составлению, использованию, анализу и коррекции заданий, направленных на формирование логического мышления [Приложение 7: Раздел 2].

Учебный (тематический) план включает базовую и профильную (предметно-методическую) части, что отражено в Таблице 3.3.

Таблица 3.3. Учебный план

№ п/п	Название модулей (разделов) и тем	Общая трудоем- кость (часы)	Аудиторные занятия		Самост оятельн ая работа (часы)	Формы контрол я
			Лекции (часы)	Семина ры, практ.з анятия (часы)		
Раздел I. Базовая часть						
1.	Основы государственной политики в области образования в РФ	12	2	4	6	
1.1.	Федеральный государственный образовательный стандарт среднего общего образования	6	2	4		
1.2.	Профессиональный стандарт "Педагог (педагогическая деятельность в сфере дошкольного, начального общего,	6			6	

	основного общего, среднего общего образования) (воспитатель, учитель)"					
Раздел II. Профильная часть (предметно-методическая)						
2.	Предметно-методическая компетентность учителя химии в формировании познавательных логических универсальных учебных действий при решении расчетных задач высокого уровня сложности в условиях реализации ФГОС СОО	56	12	44		Контрольная работа
2.1.	Требования к предметно-методическим условиям формирования познавательных логических универсальных учебных действий у обучающихся в курсе учебного предмета «Химия» образовательной программы среднего общего образования	6	6			
2.2.	Формирование у обучающихся познавательных логических универсальных учебных действий в процессе решения расчетных задач высокого уровня сложности.	6		6		
2.3.	Методические особенности обучения нахождению массы конечного раствора при решении расчетных задач высокого уровня сложности.	6		6		
2.4.	Методические особенности решения расчетных задач по реакциям, протекающим с образованием альтернативных продуктов в растворах электролитов, не сопровождающихся изменением степеней окисления. Образование и растворение амфотерных осадков.	6	2	4		
2.5	Методические особенности решения расчетных задач по реакциям, протекающим с	6		6		

	образованием альтернативных продуктов в растворах электролитов, не сопровождающихся изменением степеней окисления. Образование кислых солей.					
2.6.	Методические особенности решения расчетных задач с использованием понятия «растворимость».	6	2	4		
2.7	Методические особенности решения расчетных задач на смешивание растворов с добавлением олеума.	6		6		Контрольная работа №1
2.8.	Методические особенности решения расчетных задач высокого уровня сложности по теме: «Скорость химической реакции».	6	2	4		
2.9	Методические особенности решения расчетных задач высокого уровня сложности по теме: «Химическое равновесие».	6		6		Контрольная работа №2
2.10.	Методические особенности решения комбинированных задач высокого уровня сложности.	2		2		
Итоговая аттестация		4				Комплексный зачет
Итого:		72	14	48	6	4

Вначале слушатели знакомятся с требованиями к предметно-методическим условиям формирования логических универсальных учебных действий у обучающихся в курсе учебного предмета «Химия» образовательной программы среднего общего образования. Для этого изучается ФГОС основного общего образования: метапредметные требования к результатам освоения образовательной программы среднего общего образования. Подробно рассматривается классификация ЛУУД и особенности реализации их освоения обучающимися в курсе учебного

предмета «Химия». Наглядно демонстрируются возможности реализации системно-деятельностного подхода в курсе учебной дисциплины.

Далее учителя знакомятся с особенностями формирования у обучающихся логических универсальных учебных действий в процессе решения расчетных задач высокого уровня сложности. В этом блоке анализируются ключевые особенности общеучебных и логических универсальных учебных действий, их общая характеристика и функции. Основное внимание уделяется анализу, синтезу, подведению под понятие, выбору оснований и критериев для сравнения, установлению причинно-следственных связей, построению логической цепи рассуждений, поиску самостоятельного решения проблемы. Подробно рассматривается возрастной аспект формирования логических универсальных учебных действий. Большое внимание уделяется критериям и показателям сформированности универсальных учебных действий, анализируются уровни их сформированности. Обсуждаются условия развития ЛУУД в образовательном процессе.

В ходе последующих занятий начинается практическая проработка изученного материала с привязкой к конкретным темам учебной дисциплины. При этом работа внутри темы идет по плану, подразумевающему строгое следование логике формирования ЗУН и логических универсальных учебных действий. Вначале изучаются все известные подходы к подаче данного учебного материала, разбираются их достоинства и недостатки в контексте успешности формирования умений, навыков и универсальных учебных действий. Затем рассматриваются особенности формирования ЛУУД у учащихся в процессе решения конкретных задач по этим темам с учетом порядка введения и нюансов различных подходов. В обязательном порядке анализируются предполагаемые затруднения у учащихся (с учетом академических способностей и уровня начальной подготовки), их возможные причины и

способы устранения (в нескольких вариантах и с прогнозируемой результативностью).

При разработке программы максимальное внимание было уделено формированию у преподавателей навыка самостоятельного анализа предлагаемого учащимся задания по следующим показателям. Первый показатель: способность идентифицировать виды логических универсальных учебных действий, формируемые при выполнении задания (особенно важно умение видеть изменения, сопровождающее выбор определенного варианта решения). Второй показатель: способность прогнозировать возможные проблемы и корректировать оптимальным способом (с точки зрения временных затрат и эффективности). Самым сложным является формирование навыка, позволяющего безошибочно проанализировать возможные варианты и выбрать оптимальный способ достижения поставленной цели.

Приведем пример работы с темой «Решение расчетных задач высокого уровня сложности с использованием понятия «альтернативные продукты»». В программе повышения квалификации на данный раздел отводится 18 часов. Сначала обсуждаются особенности нахождения массы конечного раствора в многокомпонентных растворах при протекании большого количества последовательных и параллельных химических реакций. Подробнейшим образом разбираются: составляющие массы конечного раствора; влияние на массу конечного раствора последовательно протекающих химических реакций, частичного растворения добавляемых твердых веществ, избирательного растворения и неполного взаимодействия с исходными веществами пропускаемых газов; влияние на массу конечного раствора добавляемых кристаллогидратов. Далее идет семинар по решению специально отобранных задач, в которых отражены все обсужденные и разобранные нюансы как по отдельности, так в различных сочетаниях. После этого разбираются методические особенности решения расчетных задач по реакциям, протекающим с образованием альтернативных продуктов в

растворах электролитов, не сопровождающихся изменением степеней окисления. Обязательно подробно рассматривается образование альтернативных продуктов в растворах, не связанное с протеканием окислительно-восстановительных реакций. Предлагаются разные подходы к определению количества надосадочной жидкости и к расчетам, связанным с добавлением кристаллогидратов. Все подходы анализируются и определяется максимально эффективный вариант разбора и решения. Подход считается эффективным, если он обеспечивает: минимальные временные затраты на объяснение, максимально простое и наглядное оформление, универсальность (то есть применение для решения любых задач этого вида), минимальное количество прогнозируемых затруднений при его реализации, доступность способов устранения возникающих проблем. После этого анализируются особенности формирования ЛУУД у учащихся в процессе решения задач по реакциям, протекающим с образованием альтернативных продуктов в растворах электролитов. Заканчивается изучение темы всегда самостоятельной работой учителей в малых группах, а отработку нескольких тем завершает контрольная работа. И самостоятельные работы и контрольные преследуют цель выявить степень освоения материала преподавателями и уровень сформированности у них целевых компетенций, реализуемых программой. Самостоятельная и контрольная работа обязательно включают задание, предусматривающее выполнение нескольких этапов. Первый этап представляет собой самостоятельное составление задачи высокого уровня сложности по заданным критериям. На втором этапе необходимо предложить все возможные способы ее решения, выбрать из них оптимальный и подробно его описать, разделив на логические блоки/этапы. Для каждого блока вычленить формируемые ЗУН и ЛУУД и определить возможные риски и затруднения. На третьем этапе необходимо предложить возможные способы коррекции выявленных затруднений. Работа представляется в табличной форме установленного образца, что видно из Таблицы 3.4.

Таблица. 3.4. Образец для выполнения контрольной работы

Текст задачи	Методика решения (по этапам)	ЛУУД, формируемые в процессе решения	Возможные затруднения у обучающихся на каждом этапе	Возможные пути коррекции затруднений
Текст задачи	1 этап: Необходимо расписать подробное решение (если существуют альтернативные варианты, то они должны быть перечислены и описаны)	Перечисляются все ЛУУД, которые используются на данном этапе (оптимально указать правильную последовательность их использования)	Затруднение 1: (указывается возможная проблема) Название ЛУУД, низкий уровень сформированности которого вызвал проблему	Способ коррекции проблемы: - Отсылка к разделам учебного материала, на основе которого будет произведена коррекция - Отсылка к особенностям коррекции ЛУУД
			Затруднение 2: (указывается возможная проблема) Название ПЛУУД, низкий уровень сформированности которого вызвал проблему	Способ коррекции проблемы: - Отсылка к разделам учебного материала, на основе которого будет произведена коррекция - Отсылка к особенностям коррекции ПЛУУД
	2 этап: Необходимо расписать подробное решение (если существуют альтернативные варианты, то они должны быть перечислены и описаны)	Перечисляются все ЛУУД, которые используются на данном этапе (оптимально указать правильную последовательность их использования)	Затруднение 1: (указывается возможная проблема) Название ЛУУД, низкий уровень сформированности которого вызвал проблему	Способ коррекции проблемы: - Отсылка к разделам учебного материала, на основе которого будет произведена коррекция - Отсылка к особенностям коррекции ЛУУД
			Затруднение 2: (указывается возможная проблема) Название ЛУУД, низкий уровень сформированности которого вызвал проблему	Способ коррекции проблемы: - Отсылка к разделам учебного материала, на основе которого будет произведена коррекция - Отсылка к особенностям коррекции ЛУУД
	3 этап: Необходимо	Перечисляются все ПЛУУД,	Затруднение 1:	Способ коррекции проблемы:
			(указывается	

	расписать подробное решение (если существуют альтернативные варианты, то они должны быть перечислены и описаны)	которые используются на данном этапе (оптимально указать правильную последовательность их использования)	возможная проблема) Название ПЛУУД, низкий уровень сформированности которого вызвал проблему	- Отсылка к разделам учебного материала, на основе которого будет произведена коррекция - Отсылка к особенностям коррекции ЛУУД
			Затруднение 2: (указывается возможная проблема) Название ЛУУД, низкий уровень сформированности которого вызвал проблему	Способ коррекции проблемы: - Отсылка к разделам учебного материала, на основе которого будет произведена коррекция - Отсылка к особенностям коррекции ЛУУД
Должны быть перечислены и проанализированы все возможные затруднения и предложены способы коррекции для каждого из них				

Особое внимание при составлении программы повышения квалификации было уделено формам аттестации и оценочным материалам, на основе которых можно было бы судить об эффективности обучения. Аттестационные материалы включают промежуточную аттестацию и итоговую аттестацию [Приложение 7: Раздел 3].

Промежуточная аттестация организуется после изучения модулей и тем программы в форме контрольной работы. Итоговая аттестация предусматривает комплексный зачет (включает работы по промежуточной аттестации) и выполнение практических заданий. Только при условии выполнения всех работ промежуточной аттестации и практических заданий обучающийся получает зачет. К выполнению контрольных и самостоятельных работ предъявляются следующие требования: полное соответствие составленной и решенной задачи указанным в задании критериям; использование системно деятельностного подхода при решении расчетных задач высокого уровня сложности; знание и рациональное

использование источников информации. Оценивание производится в баллах по шкале, приведенной в Таблице 3.5.

Таблица. 3. 5. Критерии и шкала оценивания качества выполнения слушателем контрольной работы

Оцениваемые разделы контрольной работы	Оцениваемые параметры контрольной работы	Баллы
Текст (условие) расчетной задачи	Текст (условие) расчетной задачи полностью соответствует критериям, указанным в задании	2
	Текст (условие) расчетной задачи не полностью соответствует критериям, указанным в задании	1
	Текст (условие) расчетной задачи полностью не соответствует критериям, указанным в задании	0
Методика решения задачи (по этапам)	Выбран оптимальный путь решения и оформления задачи. Приведено не менее одного альтернативного пути решения и оформления задачи. Указаны оригинальные подходы к решению заданий.	2
	Выбран не оптимальный путь решения и оформления задачи. Не указаны альтернативные пути решения и оформления задачи.	1
	Решение или оформление задачи содержит фактические или математические ошибки.	0
Логические универсальные учебные действия, формируемые в процессе решения	Верно указаны все ЛУУД, формируемые в процессе решения	2
	Верно указаны не все ЛУУД, формируемые в процессе решения	1
	В указании ЛУУД допущены ошибки	0
Возможные затруднения на различных этапах решения у обучающихся	Предусмотрены и проанализированы все возможные затруднения	2
	Предусмотрены и проанализированы не все возможные затруднения	1
	Не предусмотрены и не проанализированы возможные затруднения	0
Возможные пути коррекции затруднений	Предложены и разобраны различные варианты коррекции затруднений	2
	Предложен и разобран 1 вариант коррекции затруднений	1
	Варианты коррекции отсутствуют	0
Максимальное количество баллов за контрольную работу		10

Контрольные работы засчитываются слушателю, если набрано 5-10 баллов и не засчитываются, если набрано менее 5 баллов.

Также в программе дан список литературы и других источников, подробно прописаны материально-технические условия и кадровое обеспечение программы [Приложение 7: Раздел 4].

Программа получила положительную рецензию и включена в Реестр ДПП ММЦ (список дополнительных профессиональных программ повышения квалификации, прошедших экспертизу в октябре 2019 года и рекомендованных к реализации с 01.01.2020 года в системе дополнительного профессионального образования Московской области).

В 2020г программу повышения квалификации успешно прошли и получили свидетельства государственного образца 22 учителя химии г.о. Королев Московской области [Приложение 8].

Выводы по главе 3

Результативность апробации методики формирования логических универсальных учебных действий в процессе обучения химии:

1. Использование методики формирования ЛУУД в процессе обучения химии привело к значительному повышению уровня сформированности всех логических универсальных учебных действий у учащихся во всех образовательных учреждениях г.о. Королев, принимавших участие в эксперименте.

2. Самый высокий уровень сформированности по результатам итогового контроля был зафиксирован для такого логического универсального учебного действия как подведение под понятие. Хороший уровень сформированности был выявлен у построения логической цепи рассуждений, сравнения, установления причинно-следственных связей, анализа, синтеза, умения выдвигать гипотезы. Улучшились показатели и по таким логическим универсальным учебным действиям как формулирование проблемы и самостоятельное создание способов решения проблем творческого и поискового характера.

3. В экспериментальной группе зафиксирована значительная положительная динамика уровня сформированности всех логических универсальных учебных действий по сравнению с контрольной группой. Наиболее существенные различия выявлены по формулированию проблемы и созданию способов ее решения (что является самым сложным для формирования из всех видов логических универсальных учебных действий).

4. Технология формирования логических универсальных учебных действий в процессе изучения химии успешно прошла апробацию и используется учителями химии г. о. Королев Московской области.

5. По результатам эксперимента были выявлены следующие риски и особенности использования технологии формирования логических универсальных учебных действий в процессе изучения химии: от педагогов требуется хорошее знание сущности формируемых логических универсальных учебных действий; использование технологии подразумевает более интенсивную работу преподавателей; максимально высокий результат демонстрируется в случае совмещения технологии с профилированием. Практически любое профилирование существенно ускоряет формирование действий и навыков, к тому же позволяет достичь более высокого уровня их сформированности (физико-математический профиль ожидаемо способствует гораздо более быстрому формированию познавательных логических универсальных учебных действий; гуманитарный профиль также позволяет достичь достаточно высоких показателей).

6. Разработан и реализуется на постоянной основе в г.о. Королев Московской области постоянно действующий семинар «Развитие профессиональной компетентности учителей химии: формирование логических универсальных учебных действий».

7. Разработана и реализована в практике муниципальных образовательных учреждений дополнительная профессиональная программа (повышения квалификации) «Предметно-методическая компетентность учителя химии в формировании познавательных логических универсальных

учебных действий при решении расчетных задач высокого уровня сложности в условиях реализации ФГОС СОО» (72 часа). В настоящее время обучение по ней прошли 22 преподавателя химии г.о. Королев МО.

Основные научно-методические рекомендации:

1. Тщательный отбор учебных программ на основе четкого следования логике учебного предмета.
2. При составлении рабочей программы необходимо заранее планировать и прописывать формируемые логические универсальные учебные действия, закладывая возможности для их коррекции.
3. Выбор рабочих тетрадей, задачников и пособий должен осуществляться на основе составленной рабочей программы с учетом дифференциации под формирование каждого навыка и каждой компетенции.
4. Максимальную эффективность показывает подача учебного материала в форме опорных конспектов и схем.
5. Требуется регулярное и целенаправленное повышение квалификации педагогических кадров.

Заключение

Современные, быстро изменяющиеся условия жизни предъявляют к человеку новые требования, наиважнейшим из которых является способность быстро обучаться и переобучаться. Поэтому простое приобретение определенных знаний и навыков очень быстро теряет актуальность, на смену ему приходит приобретение компетенций, гарантирующих возможность быстрого усовершенствования и своевременной коррекции имеющихся знаний, умений и навыков, вплоть до полной переквалификации.

Система образования реагирует на меняющиеся условия введением новых стандартов. Федеральным государственным образовательным стандартом установлены требования к результатам освоения основной образовательной программы среднего общего образования. Одним из обязательных требований является освоение учащимися таких логических универсальных учебных действий как: анализ; синтез; подведение под понятие; установление аналогий и причинно-следственных связей; построение логической цепи рассуждений; выдвижение гипотез и их обоснование (что подразумевает наличие у выпускника высокого уровня сформированности умений систематизировать и обобщать полученные знания, устанавливать причинно-следственные связи между отдельными элементами знаний, формулировать ответ в определённой логике с аргументацией сделанных выводов и заключений).

В соответствии с поставленными задачами нами:

1. Проанализированы современные психолого-педагогические и дидактико-методические научные исследования по проблеме формирования логических универсальных учебных действий в обучении химии, определены критерии и показатели результативности формирования логического мышления школьников, обосновано собственное видение проблемы и предложены возможные пути ее решения. На основании анализа был сделан вывод о необходимости обязательного включения в процесс обучения химии

методики целенаправленного формирования и развития логических универсальных учебных действий. На основании анализа процесса обучения химии и его результатов нами сделан вывод о том, что к настоящему времени в практике школьного образования работа по формированию и развитию логических универсальных учебных действий осуществляется бессистемно. Разрознен и не систематизирован методический инструментарий, направленный на последовательное формирование и развитие логических универсальных учебных действий. В практике Российских школ отсутствует удовлетворительное решение проблемы качественного формирования логических универсальных учебных действий средствами учебного предмета «Химия», нет единой системы контроля качества уровня их сформированности. Недостаточно инструментов, с помощью которых педагоги могли бы целенаправленно работать над формированием логических универсальных учебных действий, что усугубляется недостаточным владением ряда преподавателей современными образовательными технологиями формирования логических учебных действий. Так как существуют разночтения при формулировании понятия логических универсальных учебных действий, то, учитывая специфику химии и требования Федерального государственного стандарта, в соответствии со структурой деятельности, мы предложили уточнить понятие логических универсальных учебных действий как совокупности способов действий, позволяющих сформировать логическое мышление обучающихся на уроках химии. При этом базовые логические учебные действия (анализ, синтез, подведение под понятие, сравнение, установление причинно-следственных связей, построение логической цепи рассуждений, доказательство) и базовые исследовательские учебные действия (формулирование гипотезы и ее доказательство, постановка проблемы и поиск путей ее решения) рассматриваются как единая система, называемая Логические универсальные учебные действия.

2. Разработана методика формирования ЛУУД на уроках химии и методический инструментарий, включающий технологию формирования ЛУУД;

3. Разработана система опорных конспектов для развития логического мышления учащихся;

4. Доказана высокая эффективность разработанной методики и технологии формирования и развития ЛУУД обучающихся на уроках химии. Использование методики формирования логических универсальных учебных действий в процессе обучения химии привело к значительному повышению уровня сформированности всех логических универсальных учебных действий у учащихся во всех образовательных учреждениях г.о. Королев, принимавших участие в эксперименте. При этом, в экспериментальной группе зафиксирована значительная положительная динамика уровня сформированности всех логических универсальных учебных действий по сравнению с контрольной группой. Наиболее существенные различия выявлены по формулированию проблемы и созданию способов ее решения (что является самым сложным для формирования из всех видов логических универсальных учебных действий).

По результатам эксперимента нами были выявлены и описаны риски и особенности использования технологии формирования логических универсальных учебных действий в процессе изучения химии, в том числе требования к организации учебного процесса. Выявлена прямая зависимость уровня сформированности логических универсальных учебных действий от профилирования.

По результатам проведенного исследования были сформированы методические рекомендации для учителей химии по формированию логических универсальных учебных действий у обучающихся. Разработан и реализуется на постоянной основе в г.о. Королев Московской области постоянно действующий семинар «Развитие профессиональной компетентности учителей химии: формирование логических универсальных

учебных действий». Разработана и реализована в практике муниципальных образовательных учреждений дополнительная профессиональная программа (повышения квалификации) «Предметно-методическая компетентность учителя химии в формировании познавательных логических универсальных учебных действий при решении расчетных задач высокого уровня сложности в условиях реализации ФГОС СОО» (72 часа).

Перспективы дальнейшей работы по данной теме связаны с разработкой межпредметных технологий формирования логических универсальных учебных действий.

Список сокращений и условных обозначений

УУД – универсальные учебные действия

ПЛУУД – познавательные логические универсальные учебные действия

ЛУУД – логические универсальные учебные действия

ЗУН – знания, умения, навыки

ФГОС СОО – Федеральный государственный образовательный стандарт среднего общего образования

ФГОС ООО – Федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования

ФИПИ – Федеральный институт педагогических измерений

ЕГЭ – единый государственный экзамен

ОУ- образовательные учреждения

А – анализ

С – синтез

Ср – сравнение, классификация объектов по выделенным признакам

ПП – подведение под понятие, выведение следствий

УПС – установление причинно-следственных связей

Л – построение логической цепи рассуждений

Д – доказательство

Г – выдвижение гипотез и их обоснование

Пр – формулирование проблемы

СРП – самостоятельное создание способов решения проблем творческого и поискового характера

Список литературы

1. Агафонов А.А., Пичугина Д.А., Рыжова О.Н. Особенности методики преподавания органической химии на русском языке как иностранном: опыт МГУ имени М.В. Ломоносова // в сб. Международная научно-практическая конференция студентов «Модернизация профессиональной подготовки специалистов в области естественнонаучного образования». – Минск: БГПУ имени М.Танка г. Минск. – 2018. – С.23-26.
2. Алексеев С.В. Дифференциация в обучении предметам естественнонаучного цикла. – Л., 1991. – 99с.
3. Анисимова М.А. К вопросу о проектировании оценочных средств сформированности компетенций / М. А. Анисимова, И. С. Бляхеров, А. В. Масленников, А. В. Моржов // Высшее образование в России. – 2013. – № 4. – С.106–112. – URL: <http://vovr.ru/upload/4-13.pdf>
4. Асмолов А. Г. Системно-деятельностный подход к разработке стандартов нового поколения / А. Г. Асмолов [Текст]. // Педагогика. 2009. № 4. С.18 – 22.
5. Ахметов Н. С. Общая и неорганическая химия. Учеб. для вузов. – 4 изд., испр. – М.: Высш. шк., Изд. Центр «Академия», 2001. – 743с.
6. Белевцова Е.А., Рыжова О.Н. Необходимые математические навыки для решения университетских химических задач //Актуальные проблемы химического образования в средней и высшей школе. Сборник научных статей / под ред. Е.Я. Аршанского. – Витебский гос. университет;. 2018. – С.185-187.
7. Беляев В.И. История и философия науки (педагогика): учеб. пособие для аспирантов, обучающихся по специальностям 13.00.01 и 13.00.02. – Магадан: Изд-во СВГУ, 2011. – 242с.
8. Беспалько В.П. Слагаемые педагогической технологии. – М.: Педагогика, 1989. – 190с.

9. Бордовская, Н. В. Современные образовательные технологии в педагогическом образовании: анализ состояния и перспективы развития / Н. В. Бордовская, Е. А. Кошкина // Педагогическое образование в современной России: стратегические ориентиры развития / Южный федеральный университет. – Ростов-на-Дону - Таганрог: Южный федеральный университет, 2020. – С. 293-308.
10. Борецка К. Роль и место формирования ориентировочных основ деятельности по химии // Совершенствование содержания и методов обучения химии в средней школе. Д.: ЛГПИ им. А.И. Герцена, 1989. - С.74-80.
11. Боровиков В. STATISTICA: искусство анализа данных на компьютере (с CD-ROM), 2 издание. Питер. 2003. – 688с.
12. Боровских Т.А. Индивидуализация обучения школьников средствами образовательных технологий в условиях классно-урочной системы: на примере обучения химии: диссертация доктора педагогических наук: 13.00.02 / Боровских Татьяна Анатольевна; [Место защиты: Моск. пед. гос. ун-т]. - Москва, 2011. - 568с. : ил.
13. Брушлинский А.В. Психология мышления и проблемное обучение. - М.: Знание, 1983.-96с.
14. Васильева П.Д. Методика решения и составления химических задач. Элиста, 2014. – 93с.
15. Васильева П.Д. Методика укрупнения дидактических единиц усвоения в обучении химии в средней школе: Автореф. дис. канд. пед. наук. -СПб., 1992. - 19с.
16. Васильева П.Д., Кузнецова Н.Е. Обучение химии // Модернизация общего образования / Санкт-Петербург, 2003. – 122с.
17. Вивюрский В.Я. Использование алгоритмических предписаний при составлении химических формул // Химия в школе. 1979. № 6. - С.42-45.
18. Винеvская А. Педагогические технологии. Вопросы теории и практики внедрения : учеб. пособие / А. Винеvская. – М. : Феникс, 2014. – 253с.

19. Витинг Л.М., Резницкий Л.А. Задачи и упражнения по общей химии: Учеб. пособие. – 3-е изд. – М.: Изд-во МГУ, 1995. – 218с.
20. Вишнякова С.М. Профессиональное образование: Словарь. Ключевые понятия, термины, актуальная лексика. М.: НМЦ СПО, 1999. - 538с.
21. Власенко К.К. и др. Химия: Руководство для подготовки к вступительным экзаменам. Изд.10-е. М.: РХТУ, 2015. – 271с.
22. Волков Ю.Г. Диссертация: подготовка, защита, оформление : Практическое пособие / Ю. Г. Волков. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: КНОРУС, 2016. – 207с.
23. Волкова С.А., Куприянова Н.С., Пустовит С.О. Формирование универсальных умений учащихся в свете требований ФГОС // Химия в школе. – 2014, №1. – С.61–69.
24. Волкова С.А. О развитии умения составлять уравнения ОВР // Химия в школе. 2017, №10. – С.22–26.
25. Волкова С.А. Организация исследовательской деятельности школьников в классах химико-биологического профиля // Актуальные проблемы химического и экологического образования. Сборник научных трудов 66-ой Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. 2019. – С.64-69.
26. Волкова С.А. Разработка методического обеспечения профильного обучения химии в старшей школе // Профильная школа. 2020. – Т. 8. №6. – С.52–58.
27. Волкова С.А. Реализация исследовательского подхода в обучении химии // Актуальные проблемы обучения химии, биологии, экологии и естествознания в условиях цифровизации образования. Сборник научных трудов. Под редакцией П.А. Оржековского. Москва, 2020. – С. 275-278.
28. Волкова С.А., Куприянова Н.С., Пустовит С.О. Формирование универсальных умений учащихся в свете требований ФГОС // Химия в школе. – 2014, №2. – С.63–67.

29. Волович М.Б. К вопросу об алгоритмах в обучении // Вопросы психологии. 1967. №4. – С.183-186.
30. Воскобойникова Н.Щ. Технология педагогических мастерских в практической деятельности учителей // Химия в школе. 1999. №6. – С.23-27.
31. Вступительные испытания по химии в МГУ. Рыжова О.Н., Белевцова Е.А., Кочергина И.Ю.//Сб. трудов «Естественнонаучное образование: проблемы аттестации химиков». – М: Издательство Московского университета. – 2021. – Т.17.– С.134-145.
32. Вступительные экзамены и олимпиады по химии: опыт Московского университета. Кузьменко Н.Е., Теренин В.И., Рыжова О.Н.// кол. авторов; Учебное пособие. – 3-е издание. – М: Издательство Московского университета. – 2019. – 624с.
33. Вступительные экзамены по химии в Бакинском филиале МГУ. Карлов С.С., Рыжова О.Н., Демидова Е.Д., Теренин В.И. // под ред. Н.Е. Кузьменко (Издание 4-е, перераб. и доп.). – Баку: Филиал МГУ им. Ломоносова в г.Баку. – 2019. – 170с.
34. Вуколов Э.А. "Основы статистического анализа. Практикум по статистическим методам и исследованию операций с использованием пакетов "Statistica" и "Excel". М.: Форум, 2004 – 464с.
35. Выготский Л.С. Проблемы обучения и умственного развития в школьном возрасте // Избранные педагогические исследования. М.: Изд-во АПН РСФСР, 1956. – С.438-452.
36. Гавронская Ю.Ю., Середович А.С.. Развитие логических операций на уроках химии с использованием шаблонов интернет-мемов // Научное мнение. 2020. №10. – С.53-57.
37. Гавронская Ю.Ю., Ямщикова Д.С. Формирование функциональной естественнонаучной грамотности школьников // Педагогика. 2021. Т. 85. №1. – С.17.

38. Галкин В.В. Модернизация российского образования: вызовы нового десятилетия / В.В. Галкин, Д.С. Зуева, А.Е. Волков, А.А. Климов и др. / под ред. А.А. Климова [Текст]. М.: Издательство «Дело» РАНХ, 2010. – 101с.
39. Гальперин П.Я. Методы обучения и умственное развитие ребенка. – М., 1985. – 399с.
40. Гальперин П.Я. Психология мышления и учение о поэтапном формировании умственных действий // Исследования мышления в советской психологии. М.: Наука, 1966. – С.236-277.
41. Гаркунов В.П. Проблемность в обучении химии // Химия в школе. -1971. №4. – С.25-30.
42. Гаркунов В.П. Совершенствование методов обучения химии в средней школе: Методическое пособие. Л.: ЛГПИ им. А.И. Герцена, 1974. – 136с.
43. Герус С.А. Алгоритмические предписания при решении расчётных задач по химии // Методические рекомендации в помощь учителю химии. Калуга: Калужское обл. отд. педобщества РСФСР, 1979. – С.28-30.
44. Герус С.А. Алгоритмический подход к решению типовых расчётных задач // Химия в школе. 1993. № 3, – С.33-35.
45. Герус С.А. Воспитание алгоритмической культуры школьников // Воспитание в процессе обучения по предметам естественно-математического цикла. Калуга: КГПУ им. К.Э. Циолковского, 1988. – С.30-40.
46. Герус С.А. Задачи в предметах естественнонаучного цикла // Многоуровневая профессиональная подготовка учителей естественнонаучных дисциплин в контексте личностно-ориентированной парадигмы. Калуга: КГПУ им. К.Э. Циолковского, 1999. – С.20-43.
47. Герус С.А. Изучение теории химической связи на заключительном этапе обобщения знаний // Химия: методика преподавания. – 2003, №7. – С.27–36.

48. Герус С.А. К изучению зависимости «состав строение - свойства» // Химия в школе. 2003. №3. – С.35-38.
49. Герус С.А. К проблеме управления качеством образования по химии в средней школе // Проблемы и перспективы развития химического образования: Тез. докл. Всерос. научн-практ. конф. Иркутск: Изд-во Иркут. гос. пед. ун-та, 2002. – С.6-7.
50. Герус С.А. Методика формирования обобщенных умений по химии на основе алгоритмизации и компьютеризации обучения: Дис. канд. пед. наук. – СПб., 1994.– 218с.
51. Герус С.А. Методика формирования обобщённых умений по химии на основе алгоритмизации и компьютеризации обучения: Автореф. дис. канд. пед. наук. СПб., 1994. – 19с.
52. Герус С.А. Практикум по решению экспериментально-расчётных задач при подготовке к экзаменам // Химия в школе. 1990. №1. – С.37-39.
53. Герус С.А. Сочетание алгоритмического и эвристического подходов в школьном курсе химии в процессе формирования обобщенных умений учащихся// Совершенствование содержания и методов обучения химии в средней школе: Межвуз. сб. научн. тр. – Л.: ЛГПИ им. А.И. Герцена, 1988.– 22с.
54. Герус С.А. Теоретико-методические основы рационализации процесса обучения химии в средней школе: Дис. док. пед. наук. – СПб., 2003.– 461с.
55. Герус С.А. Теория и практика рационализации процесса обучения химии в средней школе: Монография. – СПб.: Изд-во РГПУ им. А. И. Герцена, 2003. – 160с.
56. Герус С.А., Лазыкина Л.Г. Тестовый контроль и диагностика знаний и умений по химии // Аттестация средних общеобразовательных школ. – Калуга, 1996.-С.107-147.
57. Герус С.А., Осипова М.И. Межпредметные связи в формировании обобщённых умений школьников // Воспитание в процессе обучения по

- предметам естественно-математического цикла. Методические рекомендации для студентов. Калуга, 1988. – С.40-49.
58. Герус С.А., Осипова М.И. Приближённые вычисления в курсах геометрии и химии // В помощь учителям математики и студентам по изучению наиболее трудных тем программы. Методические рекомендации. Калуга, 1982. – С.7-16.
59. Ги Лефрансуа. Психология для учителя. Прикладная педагогическая психология / Ги Лефрансу/ пер. с англ. В. Волхонской, Н. Миронова, С. Рысева, А. Туника. – СПб.: «Прайм ЕВРОЗНАК»; М.: «ОЛМА-ПРЕСС», 2003. – 408с.
60. Глинка Н.Л. Общая химия. Задачи и упражнения. – М.: Издательство «Юрайт», 2019. – 898с.
61. Глинкина Г.В. Диагностика профессиональных умений педагогов в процессе дополнительного образования в области структурирования предметного содержания преподаваемых дисциплин // Сб. трудов по проблемам доп. проф. образования. Выпуск 32. М.: Издат. Центр РГУ нефти и газа (НИУ) им. И.М. Губкина. 2016. 281 с. С.236–249.
62. Голобородько М.Я. Решение экспериментальных задач на предварительное «конструирование» и последующее получение веществ // Химия в школе. 1988. №6. – С.45-48.
63. Горелов Н.А. Методология научных исследований : учебник для бакалавриата и магистратуры. / Н.А. Горелов, Н.В. Круглов. – М. : Юрайт, 2016. – 290с.
64. Гузеев В.В. О планировании личностно-ориентированного обучения // Химия в школе. 2001. №6. – С.27-35.
65. Гузеев В.В. О системе задач и задачном подходе к обучению // Химия в школе. 2001. №8. – С.12-18.
66. Гузеев В.В. Педагогическая техника в контексте образовательной технологии. М.: Народное образование, 2001. - 128с.

67. Гузеев В.В. Просто и технологично о методах обучения // Химия в школе. 2001. №10. – С.16-22.
68. Гузик Н.П. Обучение органической химии. – М., 1988. – 223с.
69. Гузик Н.П. Обучение органической химии: Кн. для учителя. Из опыта работы. М.: Просвещение, 1988. – 224с.
70. Гузик Н.П. Учить учиться. – М., 1981. – 89с.
71. Давыдов В. В. Российская педагогическая энциклопедия: в 2 т. / гл. ред. В. В. Давыдов. – М.: Большая Российская энциклопедия, 1993. Т. 1. – 607с.
72. Давыдов В. В. Российская педагогическая энциклопедия: в 2 т. / гл. ред. В. В. Давыдов. – М.: Большая Российская энциклопедия, 1999. Т. 2. – 669с.
73. Давыдов В.В. Виды обобщения в обучении (логико-психологические проблемы построения учебных предметов). М.: Педагогика, 1972. – 423с.
74. Давыдов В.В. Научное обеспечение образования в свете нового педагогического мышления / Новое педагогическое мышление / Под ред. А. В. Петровского. — М., 1989. – 391с.
75. Давыдов В.В. Проблемы развивающего обучения: Опыт теоретических и экспериментальных исследований. М.: Педагогика, 1986. – 239с.
76. Давыдов В.В. Теория развивающего обучения. – М., 1996. – 541с.
77. Давыдов В.В., Маркова А.К. Концепция учебной деятельности школьников // Вопросы психологии. 1981. №6. – С.13-26.
78. Давыдова Н.Н., Смирных О.В. Универсальные учебные действия: управление образованием. Народное образование №1, 2012. – с.167-175.
79. Дайнеко В.И. Как научить школьников решать задачи по органической химии: Кн. для учителя. М.: Просвещение, 1987. – 160с.
80. Дерябина Н.Е. Органическая химия. Книга 1. Углеводороды и их монофункциональные производные. Учебник-тетрадь. М.: ИПО «У Никитских ворот», 2012. – 200с.

81. Дерябина Н.Е. Химия в схемах и таблицах. М.: ИПО «У Никитских ворот», 2009. – 40с.
82. Дерябина Н.Е. Химия. Основные классы неорганических веществ. Теория, программы деятельности, вопросы, задания, справочный материал. – 2-е изд., перераб. И доп. – М.: Альянс-Пресс, 2016. – 64с.
83. Еремин В.В. Сборник задач по общей и физической химии. – М.: Издательство «Интеллект», Долгопрудный, 2019. – 416с.
84. Еремин В.В., Борщевский А.Я. Основы общей и физической химии. – М.: Издательство «Интеллект ИД», 2018. – 848с.
85. Еремина Е.А., Рыжова О.Н. Химия: справочник школьника (Программа МГУ - школе) //М: Издательство Московского университета. – 2019. – 518с.
86. Ерыгин Д.П., Шишкин Е.А. Методика решения задач по химии: Учеб. пособие для студентов пед. ин-тов по биол. и хим. спец. М.: Просвещение, 1989. – 176с.
87. Загвязинский В.И. Теория обучения: Современная интерпретация. -М.: Издательский центр «Академия», 2001. – 192с.
88. Заир-Бек Е.С. Образовательные технологии как научно-методическая проблема // Обновление школьных технологий образования. -СПб., 2000. – С.3-6.
89. Заир-Бек С.И. Личностно-ориентированные технологии в школьном образовании // Обновление школьных технологий образования. СПб.: Издательство РГПУ им. А.И. Герцена, 2000. – С.16-25.
90. Зайцев О.С. Методика обучения химии: Теоретический и прикладной аспекты. М.: Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 1999. – 384с.
91. Зак А.З. Как определить уровень развития мышления школьника. -М.: Знание, 1982. – 96с.
92. Закаблук О.В. Использование технологии формирования познавательных логических универсальных учебных действий в курсе учебного предмета

- "химия" в условиях реализации ФГОС СОО / О. В. Закаблук // Вестник РМАТ. – 2021. – № 2. – С. 64-73.
93. Закаблук О.В. Методические особенности формирования универсальных учебных действий на основе логики изложения учебного материала в курсе химии 8 класса / О.В. Закаблук, С.А. Волкова // Естественнаучное и географическое образование в условиях обновления учебного содержания и цифровой трансформации процесса обучения : материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Москва, 17–19 февраля 2022 года. – Москва: Общество с ограниченной ответственностью "ПРИНТИКА", 2022. – С. 157-162.
94. Закаблук О.В. Особенности формирования познавательных логических универсальных учебных действий при решении расчетных задач по химии высокого уровня сложности в условиях реализации ФГОС СОО / О. В. Закаблук // Вестник РМАТ. – 2021. – № 1. – С. 90-94.
95. Закаблук О.В. Технология формирования познавательных логических универсальных учебных действий средствами учебного предмета "химия" в условиях реализации ФГОС СОО / О. В. Закаблук // Научные исследования и разработки. Социально-гуманитарные исследования и технологии. – 2021. – Т. 10. – № 2. – С. 23-29.
96. Закаблук О.В. Формирование у обучающихся логических универсальных учебных действий в процессе обучения химии как планируемый результат ФГОС ОО / О. В. Закаблук, С. А. Волкова // Профильная школа. – 2022. – Т. 10. – № 2. – С. 46-53.
97. Закон Московской области "Об образовании"
98. Закон об образовании. СПб.: Изд-во Михайлова В.А., 2002. – 62с.
99. Закон РФ "Об образовании в Российской Федерации".
100. Зимняя И.А. Ключевые компетентности как результативно-целевая основа компетентностного подхода в образовании / И. А. Зимняя

- [Текст]. М.: Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов, 2004. – 38с.
101. Злотников Э.Г. Химический эксперимент в условиях развивающего обучения // Химия в школе. 2001, №1. – С.60-64.
 102. Зуева М.В. Развитие учащихся при обучении химии. М.: Просвещение, 1978. – 190с.
 103. Зуева М.В., Иванова Б.В. Совершенствование организации учебной деятельности школьников на уроках химии. М.: Просвещение, 1989. – 160с.
 104. Иванов Д.А. Компетентности и компетентностный подход в современном образовании. – М.: Чистые пруды, 2007. – 32с.
 105. Ильин Г.Л. Инновации в образовании: учебное пособие / Г. Л. Ильин. – М.: Прометей, 2015. – 425с.
 106. Интеграция образования в области естественных и точных наук / Аниськин В.Н., Баранова Е.В., Богословский В.И., Гавронская Ю.Ю., Жукова Т.А., Ларченкова Л.А., Макарова Л.П., Макарова Н.В., Пак М.С., Плахов Н.Н., Подходова Н.С., Попова Р.И., Роговая О.Г., Симонова И.В., Снегурова В.И., Сотова Л.П., Станкевич П.В., Шаталов М.А. Санкт-Петербург, 2019. – 200с.
 107. Иодко А.Г. Из опыта обучения учащихся исследовательским приёмам // Химия в школе. 1978. №1. – С.36-44.
 108. История педагогики и образования : учеб. пособие / под ред. А. И. Пискунова. – М., 2013. – 574с.
 109. История педагогики : учеб. пособие / под ред. Н. Д. Никандрова. – М., 2007. – 413с.
 110. Кавтарадзе Д.Н. Обучение и игра: введение в интерактивные методы обучение. 2-е изд./ Д.Н. Кавтарадзе. – М.: Просвещение, 2009. – 173с.
 111. Как проектировать универсальные учебные действия в начальной школе. От действия к мысли/ под ред. А.Г. Асмолова. – Просвещение, 2013. – 151с.

112. Кальней В.А., Шишов С.Е. Технология мониторинга качества обучения в системе «учитель ученик»: Методическое пособие для учителя. - М.: Педагогическое общество России, 1999. – 86с.
113. Кирюшкин Д.М., Полосин В.С. -Методика обучения химии: Учеб. пособие для пед. ин-тов. М.: Просвещение, 1970. – 495с.
114. Кларин М.В. Педагогическая технология. – М., 1989. – 75с.
115. Кнорре Д.Г., Крылова Л.Ф., Музыкантов В.С. Физическая химия: Учеб. для биол. ф-тов университетов и пед. вузов. – 3-е изд., испр. и доп. – Новосибирск: Новосибирский гос. ун-т, 2016. – 416с.
116. Козлов В.В. / Фундаментальное ядро содержания общего образования / под ред. В. В. Козлова, А. М. Кондакова. Изд. 4-е, дораб. – М.: Просвещение, 2009. – 58с.
117. Коржувев А.В., Садыкова А.Р., Икренникова Ю.Б., Рязанова Е.Л. Экстраполяция понятий как фактор, влияющий на эпистемически корректное выстраивание глоссария педагогики // Science for Education Today. 2020. №10. – Р.57-72.
118. Корнетов Г. Б. Общая педагогика : учебное пособие [Текст] / Г. Б. Корнетов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: АСОУ, 2019. – 364с.
119. Кочергина И.Ю., Рыжова О.Н., Кузьменко Н.Е. Теплємкость в конкурсных задачах по химии // в сб. Современные педагогические технологии в преподавании предметов естественно-математического цикла: сборник научных трудов. – Ульяновск: ФГБОУ ВО "УЛПГУ им. И.Н. Ульянова". – 2019. – С.122-125.
120. Кряжева И.Ю., Рыжова О.Н. Взаимосвязь химии и смежных естественных наук в восприятии школьников и студентов //в сб. Актуальные проблемы химического и биологического образования: материалы X Всероссийской научно-методической конференции с международным участием, г. Москва 15–16 апреля 2019 г. – М.: МПГУ. – 2019. – С.226-228.

121. Кряжева И.Ю., Рыжова О.Н. Физическая составляющая олимпиадных задач по химии //в сб. Актуальные проблемы химического и экологического образования: Сборник научных трудов 65 Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, г. Санкт-Петербург, 18-20 апреля 2018 года. – СПб.: Астерион. – 2018. – С.71-73.
122. Кудрявцев П.О. Проблемное обучение. Истоки, сущность. перспективы. – М., Знание, 1991. – 79с.
123. Кузнецова Н.Е., Герус С.А. Формирование обобщённых умений на основе алгоритмизации и компьютеризации обучения // Химия в школе. 2002. №5. – С.16-20.
124. Кузнецова Н.Е. Деятельность учащихся в процессе интенсивного формирования теоретической системы знаний по химии // Совершенствование содержания и методов обучения химии в школе: Межвуз. сб. научн. тр. Л.: ЛГПИ им. А.И. Герцена, 1988. – С.3-14.
125. Кузнецова Н.Е. Значение химической символики в развитии познавательной деятельности учащихся // Химия в школе: Сб. научн. трудов. Вып. 1. Л.: ЛГПИ им. А.И. Герцена, 1976. – С.90-99.
126. Кузнецова Н.Е. Информационные технологии обучения, их закономерности и принципы // Материалы международного семинара «Проблемы дидактики химии». Ополе, 1996. – С.7-11.
127. Кузнецова Н.Е. Методика преподавания химии: Учеб. пособие для студентов пед. ин-тов по хим. и биол. спец. М.: Просвещение, 1984. – 415с.
128. Кузнецова Н.Е. Методический аспект управления познавательной деятельностью учащихся // Совершенствование содержания и методов обучения химии в средней школе: Межвуз. сб. научн. тр. Л.: ЛГПИ им. А.И. Герцена, 1985. – С. 15-18.
129. Кузнецова Н.Е. Показатели и критерии интенсификации развивающего обучения химии // Совершенствование содержания и методов обучения

химии в средней школе: Межвуз. сб. научн. тр. Л.: ЛГПИ им. А.И. Герцена, 1999. – С.3-9.

130. Кузнецова Н.Е. Теоретические основы формирования систем понятий в обучении химии: Дис. . докт. пед. наук. Л., 1986. – 440с.
131. Кузнецова Н.Е. Формирование систем понятий в современном обучении химии: Учеб. пособие. Л.: ЛГПИ им. А.И. Герцена, 1985. – 103с.
132. Кузнецова Н.Е. Формирование систем понятий при обучении химии. М.: Просвещение, 1989. – 145с.
133. Кузнецова Н.Е., Герус С.А. Некоторые аспекты управления качеством обучения химии // *Aktualne Problemy chemicznej*. Opole, 2000. – С.69-72.
134. Кузнецова Н.Е., Герус С.А. Управление качеством обучения химии // *Aktualni Otazky vyuky chemie X. Sbornik prednasek Mezinarodni Konference o vyuce chemie IX 2001*. Univerzita Yradec Kralove, 2001. – С.56-58.
135. Кузнецова Н.Е., Герус С.А. Формирование обобщённых умений на основе алгоритмизации и компьютеризации обучения // *Химия в школе*. –2002, №5. – С.16–20.
136. Кузнецова Н.Е., Шаталов М.А. Проблемное обучение на основе межпредметной интеграции (на примере дисциплин естественнонаучного цикла): Учеб. пособие. СПб.: Образование, 1998. – 48с.
137. Кузьменко Н.Е., Рыжова О.Н., Белевцова Е.А. Решение химических задач: метод последовательного перебора значений // *Химия в школе*. 2022. №4. – С.36-42.
138. Кузьменко Н.Е. Вступительные экзамены и олимпиады по химии: опыт Московского университета. – М.: Издательство Московского университета, 2011. – 624с.

139. Кузьменко Н.Е. Химия. Для школьников старших классов и поступающих в ВУЗы. – М.: Издательство Московского университета, 2018. – 480с.
140. Кузьменко Н.Е., Еремин В.В., Попков В.А. Начала химии. Современный курс для поступающих в ВУЗы: учебник. – М.: Издательство «Экзамен», 2010. – 831с.
141. Кузьменко Н.Е., Рыжова О.Н. Олимпиады и конкурсные экзамены по химии в МГУ //кол. авторов. – М: Лаборатория знаний. – 2019. – 667с.
142. Левитес, Д. Г. Педагогические технологии : Учебник / Д.Г. Левитес. – Москва : Общество с ограниченной ответственностью «Научно-издательский центр ИНФРА-М», 2017. – 403с.
143. Леенсон И.А. Как и почему происходят химические реакции. Элементы химической термодинамики и кинетики. – М.: Издательство «Интеллект», Долгопрудный, 2010. – 176с.
144. Лернер И.Ж. Дидактические основы методов обучения. М.: Педагогика, 1981. – 186с.
145. Лернер И.Я. Поиск доказательств и познавательная самостоятельность учащихся // Советская педагогика. 1974. №7. – с.28-37.
146. Лернер И.Я. Проблемное обучение М.: Знание, 1974. – 64с.
147. Лошкарёва Н.А. Формирование общих учебных умений и навыков у учащихся средней школы: Автореф. дис. докт. пед. наук. М., 1985. – 30с.
148. Маралов В.Г. Педагогика и психология ненасилия в образовании: учебное пособие для бакалавриата и магистратуры / В. Г. Маралов, В. А. Ситаров. 2-е изд. перераб. и доп.– М. : Юрайт, 2015. – 424с.
149. Матяш Н.В. Инновационные педагогические технологии. Проектное обучение : учеб. пособие / Н.В. Матяш. – М. : Academia, 2014. – 272с.
150. Махмутов М.И. Проблемное обучение: Основные вопросы теории. М.: Педагогика, 1975. – 365с.

151. Махмутов М.И. Теория и практика проблемного обучения. Казань, 1972. – 368с.
152. МГУ - школе. Экзаменационные и олимпиадные задания по химии: 2018. Рыжова О.Н., Теренин В.И., Кузьменко Н.Е.//кол. авторов. – М.: Химический ф-т МГУ. – 2019. – 135с.
153. МГУ - школе. Экзаменационные и олимпиадные задания по химии: 2019 Рыжова О.Н., Теренин В.И., Кузьменко Н.Е.// кол. авторов – М.: Химический ф-т МГУ. – 2020. – 140с.
154. МГУ – школе. Экзаменационные и олимпиадные задания по химии: 2021. Рыжова О.Н., Теренин В.И., Кузьменко Н.Е.// кол. авторов. – М.: Химический ф-т МГУ. – 2021. – 102с.
155. Методика преподавания химии: Учеб. пособие для студентов пед. ин-тов по хим. и биол. спец. / Под ред. Н.Е. Кузнецовой. М.: Просвещение. 1984. – 415с.
156. Минченков Е.Е. Совершенствование умений осуществлять умственные действия // Химия в школе. 2000. №1. – С. 10-16. №3. – С.19-25.
157. Назарова Т.С. Педагогические технологии. Новый этап эволюции // Педагогика. №3. 2017. – С.21.
158. Назарова Т.С., Грабецкий А.А., Лаврова В.Н. Химический эксперимент в школе. М.: Просвещение, 1987. – 240с.
159. Назарова Т.С., Лаврова В.Н. Использование учебного оборудования на практических занятиях по химии: Пособие для учителей. М.: Владос, – 200с.
160. Никифоров А. Л. Методология научного исследования : учебник для магистров // А.Л. Никифоров, В.С. Мокий. – М.: Юрайт, 2016. – 255с.
161. Новиков А.М. Педагогика: Словарь системы основных понятий. Изд. 2-е, стереотип. - М.: ЭВГЕС, 2013. – 268с.
162. Новиков А.М., Новиков Д.А. Методология: Словарь основных понятий. - М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2013. – 208с.

163. Общая методика обучения химии / под ред. Л.А. Цветкова. М.: Просвещение, 1981. - Т. 1. – 286с., 1982.– Т. 2. – 278с.
164. Очирова Л.П. Формирование умений осуществлять причинно-следственные связи в обучении химии: Автореф. дис. . канд. пед. наук. СПб., 1995. – 24с.
165. Пак М.С. Алгоритмика при изучении химии. М.: Гуманит. издательский центр «Владос», 2000. – 112с.
166. Пак М.С. Алгоритмы в обучении химии: Кн. для учителя. М.: Просвещение, 1993. – 64с.
167. Пак М.С. Перспективные технологии в химическом образовании // Обновление школьных технологий образования. СПб.: Издательство РГПУ им. А.И. Герцена, 2000. — С.74-82.
168. Панфилова А.П. Инновационные педагогические технологии: активное обучение: учебное пособие для студентов учреждений высшего профессионального образования. 4-е изд. / А.П. Панфилова. – М.: Академия, 2013. – 191с.
169. Пашкевич А.В. Основы проектирования педагогической технологии. Взаимосвязь теории и практики: учеб.-метод. пособие / А. В. Пашкевич. – М.: Инфра-М ; РИОР, 2016. – 192с.
170. Педагогический энциклопедический словарь / гл. ред. Б.М. Бим-Бад. – М.: Большая Российская энциклопедия, 2002. – 527с.
171. Пидкасистый П.И. Самостоятельная познавательная деятельность в обучении. М.: Педагогика, 1980. - 249с.
172. Полосин В.С. Школьный эксперимент по неорганической химии. -М.: Просвещение, 1970. 336 с.
173. Полосин В.С. Роль химического эксперимента в развитии познавательных интересов учащихся в химии // Химия в школе. 1982. №5. – С.53-56.
174. Полосин В.С. Формирование и значение экспериментальных умений учащихся // Химия в школе. 1983. №4. – С.57-60.

175. Потапов В.М. Органическая химия: Проб. учеб. пособие для уч-ся 10-11 кл. школ с углубленным изучением химии.- М.: Просвещение, 1992. – 191с.
176. Приказ Министерства труда и социальной защиты РФ №544н "Об утверждении профессионального стандарта "Педагог (педагогическая деятельность в сфере дошкольного, начального общего, основного общего, среднего общего образования) (воспитатель, учитель)" (зарегистрирован Минюстом России 6 декабря 2013 года) http://www.ug.ru/new_standards/6
177. Психология и педагогика высшей школы / Скляренко Л.Д. [и др.]. – Ростов н/Д. : Феникс, 2014. – 620с.
178. Пузаков С.А. Общая химия, сборник задач и упражнений. 5-е изд., пер. и доп. Учебное пособие для академического бакалавриата. – М.: Издательство «Юрайт», 2019. – 251с.
179. Реброва, О. Ю. Статистический анализ медицинских данных. Применение пакета прикладных программ STATISTICA. – Москва: Медиа Сфера, 2003. – 305с.
180. Рыбкина И.Н. Развитие воспроизводящей и творческой деятельности учащихся в процессе самостоятельной работы с учебником химии (по материалам действующего учебника 7-8 классов): Автореф. дис. . канд. пед. наук. -Л., 1983.– 18с.
181. Рыжова О.Н. Особенности вступительных экзаменов по химии в МГУ// в сб. Инновационные процессы в химическом образовании в контексте современной образовательной политики: материалы VI Международной науч.-практ. конф. 12–14 октября 2021 г. – Челябинск: Изд-во Южно-Урал. гос. гуман.-пед. ун-та/под ред. Лисичкина Г. В. – 2021. – С.177-182.
182. Рыжова О.Н., Белевцова Е.А., Кочергина И.Ю. Межпредметное содержание конкурсных химических задач // в сб. Естественнонаучное образование: методические основы разработки заданий по химии,

- серия Методический ежегодник Химического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова. – М.: Издательство Московского университета/ под ред. Лисичкина Г.В. – 2022. – том 18. – С.75-84.
183. Рыжова О.Н., Кузьменко Н.Е., Агафонов А.А. Формирование качественного студенческого контингента в современных условиях //в сб. Актуальные проблемы химического образования в средней и высшей школе: сборник научных статей / под ред. Е.Я. Аршанского. – Витебск: ВГУ имени П.М. Машерова. – 2018. – с.293–295
 184. Сайкс П. Механизмы реакций в органической химии. Вводный курс: Пер. с англ. – М.: Химия, 2000. – 169с.
 185. Селевко Г. К. Энциклопедия образовательных технологий: в 2 т. / Г. К. Селевко. – М.: НИИ школьных технологий, 2006. Т. 1. – 816с.
 186. Селевко Г. К. Энциклопедия образовательных технологий: в 2 т. / Г. К. Селевко. – М.: НИИ школьных технологий, 2006. Т. 2. – 815с.
 187. Селевко Г.К. Современные образовательные технологии: Учебное пособие. – М.: Народное образование, 1998. – 256с.
 188. Сластенин В. А. Педагогика: инновационная деятельность/ В.А. Сластенин, Л.С. Подымова. – М.: ИЧП «Издательство Магистр», 1997. – 221с.
 189. Современные образовательные технологии : учебное пособие для студентов, магистрантов, аспирантов, докторантов, школьных педагогов и вузовских преподавателей / Н.В. Бордовская, Л.А. Даринская, С.Н. Костромина [и др.]. – 3-е издание, стереотипное. – Москва : Общество с ограниченной ответственностью "Издательство "КноРус", 2020. – 432 с. – ISBN 978-5-406-07519-7.
 190. Современные образовательные технологии : учебное пособие/ под ред. Н.В. Бордовской. – 3-е изд., стер. – М.: КНОРУС, 2013. – 432с.
 191. Сорокин В.В. Методика обучения химии на основе деятельностной теории обучения. М.: Изд-во МГУ, 1992. - 223с.

192. Сорокин В.В. Научно-методические основы обучения химии на базе деятельностной теории учения (на материале общей химии в вузе): Автореф. дис. . докт. пед. наук. СПб., 1992. - 40с.
193. Сорокин В.В., Загорский В.В., Свитанько И.В. Задачи химических олимпиад / Под ред. Е.М. Соколовской. М.: Изд-во МГУ, 1989. – 256с.
194. Справочник биохимика: Пер. с англ./Досон Р., Эллиот Д., Эллиот У., Джонс К. – М.: Мир, 1991. – 543с.
195. Сурин Ю.В. Функциональное применение проблемного эксперимента в интеллектуальном обучении химии // Совершенствование содержания и методов обучения химии в средней школе: Межвуз. сб. научн. тр. -СПб.: Изд-во РГПУ им. А.И. Герцена, 1991. – С.92-99.
196. Сурин Ю.В., Балежина С.С. Исследовательский эксперимент в проблемном обучении химии // Совершенствование содержания и методов обучения химии в средней школе: Межвуз. сб. научн. тр. Л.: ЛГПИ им. А.И. Герцена, 1985. – С.111-119.
197. Суровцева Р.П. Разноуровневая дифференциация учащихся при обучении химии // Химия в школе. 1997. №5. - С.42-47.
198. Суртаева Н.Н. Педагогика: Педагогические технологии. М.: Изд-во ЮРАЙТ, 2019. – 250с.
199. Суртаева Н.Н. Педагогические технологии. М.: Изд-во ЮРАЙТ, 2020. – 250с.
200. Талызина Н.Ф. Теоретические проблемы программированного обучения. М.: Изд-во Московского ун-та, 1969. - 133 с.-331442. Талызина Н.Ф. Управление процессом усвоения знаний (психологические основы). М.: Изд-во Московского ун-та, 1984. – 344с.
201. Темина С.Ю. Кейс-метод в педагогическом образовании: Теория и технологии реализации: тематический сборник / С. Ю. Темина, И. П. Андриади. – М.: МПСУ, 2014. – 193с.

202. Титова И.М. Активизация познавательной деятельности учащихся в обучении химии средствами графики: Автореф. дис. . канд. пед. наук. Л., 1985. – 20с.
203. Титова И.М. Виды, содержание и структура графической деятельности в обучении химии // Совершенствование содержания и методов обучения химии в средней школе: Межвуз. сб. научн. тр. Л.: ЛГПИ им. А.И. Герцена, 1960.– С.67-77.
204. Титова И.М. Методические основы развивающего обучения химии: Дис. докт. пед. наук. СПб.: РГПУ им. А.И. Герцена, 1994. – 480с.
205. Титова И.М. Обучение химии. Психолого-методический подход. -СПб.: КАРО, 2002. – 204с.
206. Троицкий Ю.Л. Образовательные системы современной России. Справочник / сост. Ю. Л. Троицкий. – М.: РГГУ, 2010. – 491с.
207. Усова А.В. О критериях и уровнях сформированности познавательных умений у школьников // Советская педагогика. 1980, №12. – С.45-48.
208. Усова А.В. Психолого-дидактические основы формирования у школьников научных понятий в процессе обучения. М.: Педагогика, 1986. – 174с.
209. Усова А.В. Формирование обобщённых познавательных умений // Народное образование. 1974. № 3. – С.117-123.
210. Усова А.В. Формирование у школьников научных понятий в процессе обучения. М.: Педагогика, 1986. – 174с.
211. Усова А.В. Формирование умственных умений учащихся // Советская педагогика. 1982. №1. – С.45-48с.
212. Усова А.В., Бобров А.А. Формирование у учащихся учебных умений. М.: Знание, 1987. – 80с.
213. ФГБНУ «Федеральный институт педагогических измерений»: [Электронный ресурс]. URL: <https://fipi.ru/ege/>
214. Федеральный государственный образовательный стандарт среднего общего образования. <https://fgos.ru/>

215. Федорова Л.И. Игра. Дидактическая, ролевая, деловая. Решение учебных и профессиональных проблем / Л. И. Федорова. – М. : Форум, 2009. – 173с.
216. Философско-психологические проблемы развивающего образования / Под ред. В.В. Давыдова. М.: Педагогика, 1981. – 176с.
217. Фирсов В.В. Дифференциация обучения на основе обязательных результатов обучения. – М., 1994.
218. Формирование универсальных учебных действий в основной школе: от действия к мысли/ под ред. А.Г. Асмолова. – М.: Просвещение, 2010. – 159с.
219. Халафян А.А. "STATISTICA 6. Статистический анализ данных. 3-е изд." М.: 000 «Бином-Пресс», 2007 г. – 512с.
220. Хацкевич Г.А. Теория вероятностей и математическая статистика: Учебник / Маталыцкий М.А., Хацкевич Г.А. - Мн.:Вышшшая школа, 2017. – 591с.
221. Химия. Руководство для подготовки к вступительным экзаменам, 6-е изд. перераб. и доп./Сост. К.К. Власенко и др.; под ред. А.Ф. Воробьева и Л.С. Красавиной; РХТУ им. Д.И. Менделеева. – М.:, 2001. – 271с.
222. Химия. Углубленный курс подготовки к ЕГЭ (Справочник для старшеклассников и абитуриентов) Еремин В.В., Антипин Р.Л., Дроздов А.А., Карпова Е.В., Рыжова О.Н.// М.: ЭКСМО – 2020. – 608с.
223. Химия. Углубленный курс подготовки к ЕГЭ Еремин В.В., Антипин Р.Л., Дроздов А.А., Карпова Е.В., Рыжова О.Н.// 2-е изд., перераб. и дополн. – М.: ЭКСМО – 2021. – 608с.
224. Химия. Углубленный курс подготовки к ЕГЭ. Еремин В.В., Антипин Р.Л., Дроздов А.А., Карпова Е.В., Рыжова О.Н.// 2-е изд., перераб. и дополн. – М.: ЭКСМО – 2021. – 608с.
225. Хомченко Г.П., Платонов Ф.П., Чертков И.Н. Демонстрационный эксперимент по химии: Пособие для учителя. М.: Просвещение, 1978. – 205с.

226. Хомченко Г.П., Севастьянова К.И. Окислительно-восстановительные реакции: Кн. для внеклас. Чтения учащихся 8-10 кл. сред. шк. – 3-е изд., перераб. – М.: Просвещение, 1989. – 141с.
227. Хуторской А.В. Педагогическая инноватика: учебное пособие/ А.В. Хуторской. – М.: Академия, 2010. – 252с.
228. Цветков Л.А. Органическая химия: Учеб. для учащихся 10 11 кл. общеобразоват. учеб, заведений. - М.: «ВЛАДОС», 1999. – 280с.
229. Цветков Л.А. Преподавание органической химии: Пособие для учителя. 3-е изд. перераб. М.: Просвещение, 1984. – 256с.
230. Чернобельская Г.М. Методика обучения химии. Учебник вузов. М.: Владос, 2000. – 336с.
231. Чернобельская Г.М. Основы методики обучения химии. М.: Просвещение, 1987. – 256с.
232. Чернобельская Г.М. Что происходит с методами обучения химии // Химия в школе, 1997. №5. – С.2-8.
233. Шаталов В.Ф. Куда и как исчезли тройки. – М., Педагогика, 1979. – 134с.
234. Шаталов М.А. Проблемное обучение химии в средней школе на основе межпредметной интеграции: Диссертация канд. пед. наук / Санкт-Петербург, 1998.– 240с.
235. Шаталов М.А. Формирование универсальных учебных действий как направление метаметодики // Человек и образование. 2018. №2 (55). – С.39-46.
236. Шаталов М.А. Формирование универсальных учебных действий как направление метаметодики // Человек и образование. 2018. №2 (55). – С.39-46.
237. Шепель В.М. Философская культура исследователя. М.: Народное образование, 2013. – 368с.

238. Якиманская И.С. Развивающее обучение [Текст]. - Москва : Педагогика, 1979. – 144 с.; 20 см. - (Воспитание и обучение. Библиотека учителя).
239. Abdurazakov M., Volkova S., Gadjiev D., Lyaginov O. The concept of electronic learning with the application of digital technologies // В сборнике: CEUR Workshop Proceedings. SLET 2019 - Proceedings of the International Scientific Conference Innovative Approaches to the Application of Digital Technologies in Education and Research. 2019. Концепция электронного обучения с применением цифровых технологий
240. Abdurazakov M., Volkova S., Tyutyunkova M., Vasilyeva P., Matveeva E. Electronic educational resources as a means of digital education development // В сборнике: CEUR Workshop Proceedings. Сер. "SLET 2020 - Proceedings of the International Scientific Conference on Innovative Approaches to the Application of Digital Technologies in Education" 2020. P.188-202. Электронные образовательные ресурсы как средство развития цифрового образования
241. Volkova S.A. Theory and practice of updating the content of education in chemistry and teaching methods, in view of modern science and technology achievements // Espacios. 2018. V. 39. № 5. P. 32.
242. Volkova S.A., Tarakanova N.A., Ampleyenkova E.M., Bojkova Yu.P., Smirnova I.V., Khritonenkova E.L. The correlation between natural science and the humanities at school // The European Proceedings of Social & Behavioural Sciences EpSBS. 2019. P. 986-991.

Список иллюстративного материала

К главе 1

Таблица 1.1. Классификация универсальных учебных действий согласно требованиям ФГОС (от 31.05.2021)

Таблица 1.2. Пример установления причинно-следственных связей в теме «Периодическая система химических элементов»

Таблица 1.3. Формирование ЛУУД при введении понятия «Массовая доля»

Таблица 1.4. Закрепление понятия «Массовая доля», продолжение формирования ЛУУД

Таблица 1.5. Развитие понятия «Массовая доля», определение массовой доли вещества в растворе, продолжение ЛУУД

Рисунок 1.1. Классификация универсальных учебных действий согласно их развитию

Рисунок 1.2. Классификация познавательных универсальных учебных действий

Рисунок 1.3. Логические универсальные учебные действия в структуре деятельности

Рисунок 1.4. Структура логических универсальных учебных действий

Рисунок 1.5. Фрагмент опорного конспекта при изучении названий неорганических кислот и анионов кислотных остатков

Рисунок 1.6. Опорный конспект: алгоритм расчета массовой доли вещества в растворе (в том числе при смешивании растворов)

К главе 2

Таблица. 2.1. Распределение долей значений по переменным категории «Данные учащихся»

Таблица. 2.2. Инструктивная карточка №1 к уроку «Реакции ионного обмена»

Таблица. 2.3. Инструктивная карточка №2 к уроку «Реакции ионного обмена»

Таблица. 2.4. Опорный конспект для урока «Реакции ионного обмена»

Таблица. 2.5. Особенности решения расчетной задачи высокого уровня сложности при использовании технологии формирования ЛУУД

Рисунок 2.1. Показатель «Входной контроль, набранный балл» для переменной «Класс» – статистика.

Рисунок 2.2. . Показатель «Входной контроль, %» для переменной «Класс» – статистика.

Рисунок 2.3. Показатель «Входной контроль, Анализ» для переменной «Класс» – статистика.

Рисунок 2.4. Показатель «Входной контроль, %, Анализ» для переменной «Класс» – статистика.

Рисунок 2.5. Показатель «Входной контроль, %, Синтез» для переменной «Класс» – статистика.

Рисунок 2.6. Показатель «Входной контроль, %, Синтез» для переменной «Класс» – статистика.

Рисунок 2.7. Показатель «Входной контроль, набранный балл» для переменной «Тип учреждения образования» – статистика.

Рисунок 2.8. Показатель «Входной контроль, %» для переменной «Тип учреждения образования» – статистика.

К главе 3

Таблица 3.1. Соответствие логических учебных действий последовательности решения расчетной задачи

Таблица 3.2. Анализ динамики количественных показателей по категории «ЛУУД» по периодам: «Входной» и «Выходной» по группам «Контрольная» и «Экспериментальная»

Таблица 3.3. Учебный план

Таблица. 3.4. Образец выполнения контрольной работы

Таблица. 3.5. Критерии и шкала оценивания качества выполнения слушателем контрольной работы

Рисунок 3.1. Показатель «Выходной контроль, набранный балл» для значений переменной «Класс» – статистика.

Рисунок 3.2. Показатель «Выходной контроль, %» для значений переменной «Класс» – статистика.

Рисунок 3.3. Показатель «Выходной контроль, набранный балл» для значений переменной «Тип учреждения образования» – статистика.

Рисунок 3.4. Показатель «Выходной контроль, %» для значений переменной «Тип учреждения образования» – статистика.

Рисунок 3.5. Показатель «Входной-Выходной контроль, набранный балл, Динамика» по переменной «Группа» – статистика.

Рисунок 3.6. Показатель «Входной-Выходной контроль, %, Динамика» по переменной «Группа» – статистика.

Рисунок 3.7. Показатель «Анализ, динамика, Входной – Выходной» для переменной «Группа» – статистика.

Рисунок 3.8. Показатель «Анализ, динамика, Входной – Выходной, %» для переменной «Группа» – статистика.

Рисунок 3.9. Показатель «Синтез, динамика, Входной – Выходной» для переменной «Группа» – статистика.

Рисунок 3.10. Показатель «Синтез, динамика, Входной – Выходной, %» для переменной «Группа» – статистика.

Рисунок 3.11. Показатель «Подведение под понятие, выведение следствий, динамика, Входной – Выходной» для переменной «Группа» – статистика.

Рисунок 3.12. Показатель «Подведение под понятие, выведение следствий, динамика, Входной – Выходной, %» для переменной «Группа» – статистика.

Приложение 1

Определение репрезентативности выборки исследования по полу, типу образовательного учреждения и классу (г.о.Королев МО)

Таблица А1. Распределение показателя «Пол обучающегося» в зависимости от распределения переменной «Класс обучающегося» (число человек и %).

	Класс обучающегося г.о.Королев МО		
Пол обучающегося	10, (N=55)	11, (N=43)	Уровень P, (df=1)
Женский	33 (60,0%)	29 (67,4%)	0,4482
Мужской	22 (40,0%)	14 (32,6%)	

Таблица А2. Переменная «Тип учреждения образования» (три группы: СОШ, Гимназия, Лицей) – сравнение количественных показателей в период «Входной контроль» (средние $\pm$ среднеквадратичные отклонения).

Показатель	Тип учреждения образования г.о.Королев МО			Уровень Р (df=2)
	СОШ (N=49)	Гимназия (N=24)	Лицей (N=25)	
Контроль				
Контроль, набранный балл, Входной	11,65 ± 7,37	15,88 ± 4,36	20,40 ± 5,12	<0,0001
Контроль, %, Входной	41,62 ± 26.31	56,70 ± 15.56	72,86 ± 18.27	<0,0001

Таблица А3. Множественные попарные сравнения по переменной «Тип учреждения образования» в период «Входной».

Показатель	Уровень P (СОШ - Гимназия)	Уровень P (СОШ - Лицей)	Уровень P (Гимназия - Лицей)
Контроль			
Контроль, набранный балл, Входной	0,1487	<0,0001	0,0448
Контроль, %, Входной	0,1487	<0,0001	0,0448

Таблица А4. Переменная «Тип учреждения образования» (три группы: СОШ, Гимназия, Лицей) – сравнение количественных показателей в период «Входной контроль» (средние $\pm$ среднеквадратичные отклонения).

Показатель	Тип учреждения образования г.о.Королев МО			Уровень Р (df=2)
	СОШ (N=49)	Гимназия (N=24)	Лицей (N=25)	
ЛУУД				
Анализ, Входной	8,49 ± 5,11	10,79 ± 2,83	13,92 ± 3,99	<0,0001
Анализ,%, Входной	42,45 ± 25,54	53,96 ± 14,14	69,60 ± 19,94	<0,0001
Синтез, Входной	4,69 ± 3,56	5,46 ± 2,02	7,76 ± 2,33	0,0004
Синтез,%, Входной	39,12 ± 29,67	45,49 ± 16,84	64,67 ± 19,44	0,0004
Сравнение, Входной	3,22 ± 3,08	4,38 ± 1,97	7,00 ± 2,47	<0,0001
Сравнение, %, Входной	32,24 ± 30,77	43,75 ± 19,74	70,00 ± 24,66	<0,0001
Подведение под понятие, Входной	5,43 ± 3,93	8,29 ± 2,51	10,36 ± 2,34	<0,0001
Подведение под понятие,%, Входной	41,76 ± 30,20	63,78 ± 19,31	79,69 ± 18,02	<0,0001
Установление причинно-следственных связей, Входной	5,20 ± 3,06	5,96 ± 2,07	8,56 ± 2,29	<0,0001
Установление причинно-следственных связей, %, Входной	43,37 ± 25,51	49,65 ± 17,29	71,33 ± 19,11	<0,0001
Построение логической цепи рассуждений, Входной	8,33 ± 4,95	10,46 ± 2,54	13,20 ± 3,86	0,0001
Построение логической цепи рассуждений, %, Входной	43,82 ± 26,06	55,04 ± 13,35	69,47 ± 20,33	0,0001
Выдвижение гипотез и их обоснование, Входной	1,80 ± 1,74	2,62 ± 1,17	3,84 ± 1,07	<0,0001
Выдвижение гипотез и их обоснование, %, Входной	35,92 ± 34,88	52,50 ± 23,45	76,80 ± 21,35	<0,0001
Формулирование проблемы и создание способов её решения, Входной	0,00 ± 0,00	0,04 ± 0,20	0,28 ± 0,46	0,0001

Таблица А5. Множественные попарные сравнения по переменной «Тип учреждения образования» в период «Входной» по ЛУУД.

Показатель	Уровень Р (СОШ - Гимназия)	Уровень Р (СОШ - Лицей)	Уровень Р (Гимназия - Лицей)
ЛУУД			
Анализ, Входной	0,3198	<0,0001	0,0429
Анализ,%, Входной	0,3198	<0,0001	0,0429
Синтез, Входной	0,7062	0,0005	0,0331
Синтез,%, Входной	0,7062	0,0005	0,0331
Сравнение, классификация объектов по выделенным признакам, Входной	0,4489	<0,0001	0,0126
Сравнение, классификация объектов по выделенным признакам, %, Входной	0,4489	<0,0001	0,0126
Подведение под понятие, Входной	0,0373	<0,0001	0,0675
Подведение под понятие, %, Входной	0,0373	<0,0001	0,0675
Установление причинно-следственных связей, Входной	0,6696	<0,0001	0,0105
Установление причинно-следственных связей, %, Входной	0,6696	<0,0001	0,0105
Построение логической цепи рассуждений, Входной	0,3632	0,0001	0,0572
Построение логической цепи рассуждений, %, Входной	0,3632	0,0001	0,0572
Выдвижение гипотез и их обоснование, Входной	0,2443	<0,0001	0,0235
Выдвижение гипотез и их обоснование, %, Входной	0,2443	<0,0001	0,0235
Формулирование проблемы и создание способов её решения, Входной	0,9593	0,1456	0,3560

Таблица А6. Распределение показателя «Класс» в зависимости от распределения переменной «Тип учреждения образования» (число человек и %).

Клас обучающегося	Тип учреждения образования г.о.Королев МО			Уровень Р, (df=2)
	СОШ, (N=49)	Гимназия, (N=24)	Лицей, (N=25)	
10-й	29 (59,2%)	15 (62,5%)	11 (44,0%)	0,3544
11-й	20 (40,8%)	9 (37,5%)	14 (56,0%)	

На основании таблицы можно сделать вывод о том, что статистически значимых различий между группами «СОШ», «Гимназия» и «Лицей» нет.

Таблица А7. Показатель «Пол обучающегося» – зависимость от распределения переменной «Тип учреждения образования» (число человек и %).

Пол обучающегося	Тип учреждения образования г.о.Королев МО			Уровень Р, (df=2)
	СОШ, (N=49)	Гимназия, (N=24)	Лицей, (N=25)	
Женский	29 (59,2%)	16 (66,7%)	17 (68,0%)	0,7005
Мужской	20 (40,8%)	8 (33,3%)	8 (32,0%)	

Из Таблиц А1-А7 следует вывод о репрезентативности выборки по половой принадлежности участников исследования, классу и типу образовательного учреждения. В целом распределение по выборке является стандартным практически для всех городских округов Московской области: как по типам образовательных учреждений, так и по половому соотношению выпускников, выбирающих химию для сдачи Единого государственного экзамена.

Приложение 2

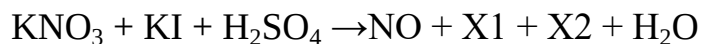
Особенности диагностической работы для входного контроля

Диагностическая работа для входного контроля была разработана специально под задачи данного исследования. Работа состояла из трех заданий, каждое из которых было разбито на соответствующие этапы (в первом задании 6 этапов, во втором задании 16 этапов, в третьем задании 6 этапов).

Задания были подобраны таким образом, чтобы фактические знания учебного предмета учащимися не отразились на результате их выполнения.

Каждый этап подразумевал последовательное или параллельное выполнение учащимся определенного количества познавательных логических универсальных учебных действий. Далее оценивалось качество выполнения задания.

При наличии полного правильного решения можно сделать вывод о высоком уровне сформированности познавательного логического универсального учебного действия, привязанного к этапу задания. Каждое учебное действие привязывалось к множеству этапов и использовалось в разных сочетаниях с другими познавательными логическими универсальными учебными действиями, что дало возможность оценивать уровень сформированности данного учебного действия у обучающихся.

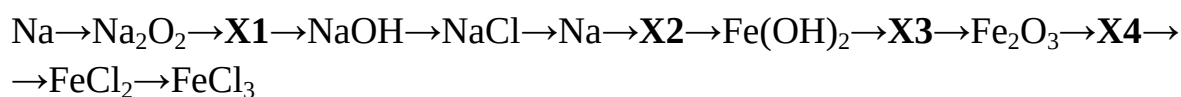
Схема Б 1 Образец диагностической работы для входного контроля**Задание 1**

Определите вещества X1 и X2, выбрав их из предложенного списка:

X1- I₂, KIO₃, S, SO₂

X2- KNO₃, K₂SO₄, HI, HNO₃

Расставьте коэффициенты методом электронного баланса, укажите окислитель и восстановитель.

Задание 2

Определите вещества X1, X2, X3 и X4, выбрав их из предложенного списка:

X1- Na, NaCl, Na₂O, NaO₂

X2- NaOH, NaCl, NaNO₃, Na₂O

X3- FeO, Fe(OH)₃, Fe₂O₃, Fe

X4- FeO, Fe(OH)₃, FeSO₄, Fe

Напишите уравнения всех реакций.

Задание 3

Найдите массу осадка, полученного при добавлении по каплям 360мл 4%-го раствора гидроксида натрия (плотность раствора 1г/мл) к раствору, содержащему 13,35г хлорида алюминия.

**Таблица Б1. Соответствие ЛУУД этапам задания 1
диагностической работы**

	Этапы выполнения задания 1					
	Определение X1	Определен X2	Определение окислителя	Определение восстановителя	Составление баланса	Запись уравнения
Виды ЛУУД, необходимые для выполнения задания	А Л УПС	А Л УПС	А Л ПП	А Л ПП	А Л С	А Л С

**Таблица Б2. Соответствие ЛУУД этапам задания 2
диагностической работы**

	Виды ЛУУД, реализуемые в заданиях	Этапы выполнения задания 2															
		Определен X1	Определен X2	Определен X3	Определен X4	Верно уравнение 1	Верно уравнение 2	Верно уравнение 3	Верно уравнение 4	Верно уравнение 5	Верно уравнение 6	Верно уравнение 7	Верно уравнение 8	Верно уравнение 9	Верно уравнение 10	Верно уравнение 11	Верно уравнение 12
		А, С, Л, УПС	А, С, Л, УПС	А, С, Л, УПС	А, С, Л, УПС	ПП, Л, Г, А	А, Л, Г, С, Ср	ПП, Ср	ПП, Ср	Л, А, С, Ср	ПП, Л, А, Г, Ср	ПП, УПС	Г, Л, А, Ср, С, УПС	ПП, Ср	ПП, Ср	ПП, Ср	ПП, Ср

**Таблица Б 3 Соответствие ЛУУД этапам задания 3
диагностической работы**

	Этапы выполнения задания 3					
	Запись уравнения 1	Запись уравнения 2	Определение $n(\text{NaOH})$ и $n(\text{AlCl}_3)$	Определение избытка и недостатка по ур.1	Определение избытка и недостатка по ур.2	Определение массы оставшегося осадка
Виды ЛУУД, необходимые для выполнения задания	ПП	ПП, УПС, А, Л	ПП	А, Ср, УПС	А, Ср, УПС, Л	А, С, Л, Пр, СРП

Приложение 3

Определение уровня сформированности ЛУУД у старшекласников г.о.Королев Московской области

Таблица В1. Переменная «Класс обучающегося» (две группы, 10-й класс и 11-й класс) – сравнение количественных показателей в период «Входной контроль» (средние $\pm$ среднеквадратичные отклонения).

Показатель	Класс обучающегося		Уровень Р
	10-й (N=55)	11-й (N=43)	
Контроль			
Контроль, набранный балл, Входной	12,96 ± 7,47	17,42 ± 5,92	0,0036
Контроль, %, Входной	46,30 ± 26,69	62,21 ± 21,13	0,0036

Таблица В2. Переменная «Класс обучающегося» (две группы, 10-й класс и 11-й класс) – сравнение количественных показателей в период «Входной контроль» (средние $\pm$ среднеквадратичные отклонения).

Показатель	Класс обучающегося		Уровень Р
	10-й (N=55)	11-й (N=43)	
ЛУУД			
Анализ, Входной	8,98 ± 5,04	12,30 ± 4,00	0,0015
Анализ,%, Входной	44,91 ± 25,21	61,51 ± 19,99	0,0015
Синтез, Входной	4,93 ± 3,40	6,60 ± 2,66	0,0137
Синтез,%, Входной	41,06 ± 28,32	55,04 ± 22,21	0,0137
Сравнение, Входной	3,84 ± 3,13	5,28 ± 2,88	0,0165
Сравнение, %, Входной	38,36 ± 31,26	52,79 ± 28,81	0,0165
Подведение под понятие, Входной	6,42 ± 3,94	8,63 ± 3,41	0,0051
Подведение под понятие, %, Входной	49,37 ± 30,33	66,37 ± 26,22	0,0051
Установление причинно-следственных связей, Входной	5,33 ± 3,05	7,42 ± 2,47	0,0008
Установление причинно-следственных связей, %, Входной	44,39 ± 25,41	61,82 ± 20,59	0,0008
Построение логической цепи рассуждений, Входной	8,75 ± 4,88	11,81 ± 3,68	0,0026
Построение логической цепи рассуждений, %, Входной	46,03 ± 25,67	62,18 ± 19,36	0,0026

Выдвижение гипотез и их обоснование, Входной	2,18 ± 1,76	2,95 ± 1,48	0,0238
Выдвижение гипотез и их обоснование, %, Входной	43,64 ± 35,30	59,07 ± 29,59	0,0238
Формулирование проблемы, СРП, Входной	0,04 ± 0,19	0,14 ± 0,35	0,0655

Таблица В3. Сравнение переменной «Класс» (две группы) по бинарным показателям в период «Входной» (процент наличия показателя).

	Класс обучающегося		Всего	Уровень Р (df=1)
Показатель, Период	10-й (N=55)	11-й (N=43)		
Задание 1				
Определение X1, Входной	36 (65,5%)	36 (83,7%)	72	0,0421
Определение X2, Входной	49 (89,1%)	42 (97,7%)	91	0,1016
Определение окислителя, Входной	40 (72,7%)	37 (86,0%)	77	0,1108
Определение восстановителя, Входной	31 (56,4%)	34 (79,1%)	65	0,0183
Составление баланса, Входной	29 (52,7%)	29 (67,4%)	58	0,1414
Определение коэффициентов, Входной	24 (43,6%)	31 (72,1%)	55	0,0048

Таблица В4. Сравнение двух групп переменной «Класс» по бинарным показателям в период «Входной» (процент наличия показателя).

	Класс обучающегося		Всего	Уровень Р (df=1)
Показатель, Период	10-й (N=55)	11-й (N=43)		
Задание 2				
Определение X1, Входной	33 (60,0%)	38 (88,4%)	71	0,0018
Определение X2, Входной	37 (67,3%)	40 (93,0%)	77	0,0020
Определение X3, Входной	31 (56,4%)	24 (55,8%)	55	0,9566
Определение X4, Входной	25 (45,5%)	26 (60,5%)	51	0,1399
Составление уравнения 1, Входной	34 (61,8%)	37 (86,0%)	71	0,0077
Составление уравнения 2, Входной	24 (43,6%)	21 (48,8%)	45	0,6082
Составление уравнения 3, Входной	31 (56,4%)	31 (72,1%)	62	0,1090
Составление уравнения 4, Входной	36 (65,5%)	35 (81,4%)	71	0,0796
Составление уравнения 5, Входной	17 (30,9%)	16 (37,2%)	33	0,5125
Составление уравнения 6, Входной	28 (50,9%)	30 (69,8%)	58	0,0594
Составление уравнения 7, Входной	28 (50,9%)	31 (72,1%)	59	0,0335
Составление уравнения 8, Входной	15 (27,3%)	14 (32,6%)	29	0,5695
Составление уравнения 9, Входной	23 (41,8%)	20 (46,5%)	43	0,6422
Составление уравнения 10, Входной	20 (36,4%)	23 (53,5%)	43	0,0900
Составление уравнения 11, Входной	16 (29,1%)	22 (51,2%)	38	0,0261
Составление уравнения 12, Входной	19 (34,5%)	25 (58,1%)	44	0,0198

Таблица В5. Сравнение переменной «Класс» (две группы) по бинарным показателям в период «Входной» (процент наличия показателя).

	Класс обучающегося			
Показатель, Период	10-й (N=55)	11-й (N=43)	Всего	Уровень Р (df=1)
Задание 3				
Составление уравнения 1, Входной	37 (67,3%)	29 (67,4%)	66	0,9859
Составление уравнения 2, Входной	4 (7,3%)	14 (32,6%)	18	0,0013
Определение исходных количеств веществ, Входной	25 (45,5%)	28 (65,1%)	53	0,0526
Расчеты по уравнению 1, Входной	13 (23,6%)	21 (48,8%)	34	0,0093
Расчеты по уравнению 2, Входной	3 (5,5%)	8 (18,6%)	11	0,0407
Определение масс/массовых долей веществ в конечном растворе, Входной	2 (3,6%)	6 (14,0%)	8	0,0642

Приложение 4

Описательные статистики показателей «ЛУУД», «Контроль», «Задание 1», «Задание 2», «Задание 3», «Данные ученика» для всей выборки

Таблица Д1. Категории «Контроль» и «ЛУУД», количественные показатели – статистика.

Показатель	N (%)	M ± S	V	Me [LQ; UQ]	(Min; Max)
Контроль					
Контроль, набранный балл, Входной	98 (100,00%)	14,92 ± 7,15	48,00%	15,50 [10,00;21,00]	(0,00; 28,00)
Контроль, %, Входной	98 (100,00%)	53,28 ± 25,55	48,00%	55,36 [35,71;75,00]	(0,00; 100,00)
Контроль, набранный балл, Выходной	98 (100,00%)	19,34 ± 6,75	35,00%	20,00 [14,25;25,75]	(4,00; 28,00)
Контроль, %, Выходной	98 (100,00%)	69,06 ± 24,11	35,00%	71,43 [50,89;91,96]	(14,29; 100,00)
Контроль, набранный балл, динамика, Входной - Выходной	98 (100,00%)	4,42 ± 3,86	87,00%	4,00 [2,00;6,00]	(-1,00; 18,00)
Контроль, %, динамика, Входной - Выходной	98 (100,00%)	15,78 ± 13,80	87,00%	14,29 [7,14;21,43]	(-3,57; 64,29)

Таблица Д2. Категории «Контроль» и «ЛУУД», количественные показатели – статистика (продолжение).

Показатель	N (%)	M ± S	V	Me [LQ; UQ]	(Min; Max)
ЛУУД					
Анализ, Входной	98 (100,00%)	10,44 ± 4,88	47,00%	11,00 [7,00;14,75]	(0,00; 20,00)
Анализ, %, Входной	98 (100,00%)	52,19 ± 24,40	47,00%	55,00 [35,00;73,75]	(0,00; 100,00)
Синтез, Входной	98 (100,00%)	5,66 ± 3,19	56,00%	5,50 [4,00;8,00]	(0,00; 12,00)
Синтез, %, Входной	98 (100,00%)	47,19 ± 26,62	56,00%	45,83 [33,33;66,67]	(0,00; 100,00)

Сравнение, Входной	98 (100,00%)	4,47 ± 3,09	69,00%	5,00 [2,00;7,00]	(0,00; 10,00)
Сравнение, %, Входной	98 (100,00%)	44,69 ± 30,90	69,00%	50,00 [20,00;70,00]	(0,00; 100,00)
Подведение под понятие, Входной	98 (100,00%)	7,39 ± 3,86	52,00%	8,00 [5,00;10,00]	(0,00; 13,00)
Подведение под понятие, %, Входной	98 (100,00%)	56,83 ± 29,69	52,00%	61,54 [38,46;76,92]	(0,00; 100,00)
Установление причинно-следственных связей, Входной	98 (100,00%)	6,24 ± 2,98	48,00%	6,00 [4,00;9,00]	(0,00; 12,00)
Установление причинно-следственных связей, %, Входной	98 (100,00%)	52,04 ± 24,87	48,00%	50,00 [33,33;75,00]	(0,00; 100,00)
Построение логической цепи рассуждений, Входной	98 (100,00%)	10,09 ± 4,63	46,00%	11,00 [7,00;14,00]	(0,00; 19,00)
Построение логической цепи рассуждений, %, Входной	98 (100,00%)	53,11 ± 24,37	46,00%	57,89 [36,84;73,68]	(0,00; 100,00)
Выдвижение гипотез и их обоснование, Входной	98 (100,00%)	2,52 ± 1,68	67,00%	3,00 [1,00;4,00]	(0,00; 5,00)
Выдвижение гипотез и их обоснование, %, Входной	98 (100,00%)	50,41 ± 33,64	67,00%	60,00 [20,00;80,00]	(0,00; 100,00)
Формулирование проблемы и СРП, Входной	98 (100,00%)	0,08 ± 0,28	337,00%	0,00 [0,00;0,00]	(0,00; 1,00)

Таблица Д3. Категории «Контроль» и «ЛУУД», количественные показатели – статистика (продолжение).

Показатель	N (%)	M ± S	V	Me [LQ; UQ]	(Min; Max)
ЛУУД					
Синтез,%, Выходной	98 (100,00%)	62,76 ± 26,79	43,00%	66,67 [41,67;89,58]	(0,00; 100,00)
Синтез, Выходной	98 (100,00%)	7,53 ± 3,21	43,00%	8,00 [5,00;10,75]	(0,00; 12,00)
Анализ,	98	13,76 ± 4,59	33,00%	15,00	(3,00; 20,00)

Выходной	(100,00%)			[10,00;18,00]	
Анализ, %, Выходной	98 (100,00%)	68,78 ± 22,94	33,00%	75,00 [50,00;90,00]	(15,00; 100,00)
Сравнение, Выходной	98 (100,00%)	5,84 ± 3,28	56,00%	6,00 [3,00;9,00]	(0,00; 10,00)
Сравнение, %, Выходной	98 (100,00%)	58,37 ± 32,77	56,00%	60,00 [30,00;90,00]	(0,00; 100,00)
Подведение под понятие, Выходной	98 (100,00%)	9,22 ± 3,38	37,00%	9,50 [7,00;12,00]	(1,00; 13,00)
Подведение под понятие, %, Выходной	98 (100,00%)	70,96 ± 26,01	37,00%	73,08 [53,85;92,31]	(7,69; 100,00)
Установление причинно-следственных связей, Выходной	98 (100,00%)	8,06 ± 3,06	38,00%	8,50 [5,25;11,00]	(1,00; 12,00)
Установление причинно-следственных связей, %, Выходной	98 (100,00%)	67,18 ± 25,49	38,00%	70,83 [43,75;91,67]	(8,33; 100,00)
Построение логической цепи рассуждений, Выходной	98 (100,00%)	13,20 ± 4,25	32,00%	14,00 [10,00;17,00]	(3,00; 19,00)
Построение логической цепи рассуждений, %, Выходной	98 (100,00%)	69,50 ± 22,37	32,00%	73,68 [52,63;89,47]	(15,79; 100,00)
Выдвижение гипотез и их обоснование, Выходной	98 (100,00%)	3,05 ± 1,54	50,00%	3,00 [2,00;4,00]	(0,00; 5,00)
Выдвижение гипотез и их обоснование, %, Выходной	98 (100,00%)	61,02 ± 30,71	50,00%	60,00 [40,00;80,00]	(0,00; 100,00)
Формулирование проблемы и СРП, Выходной	98 (100,00%)	0,27 ± 0,44	167,00%	0,00 [0,00;1,00]	(0,00; 1,00)

Таблица Д4. Категории «Контроль» и «ЛУУД», количественные показатели – статистика (продолжение).

Показатель	N (%)	M ± S	V	Me [LQ; UQ]	(Min; Max)
ЛУУД					
Анализ,	98	3,32 ± 2,93	88,00%	3,00	(-1,00;

динамика, Входной - Выходной	(100,00%)			[1,00;5,00]	13,00)
Анализ,%, динамика, Входной - Выходной	98 (100,00%)	$16,58 \pm 14,67$	88,00%	15,00 [5,00;25,00]	(-5,00; 65,00)
Синтез, динамика, Входной - Выходной	98 (100,00%)	$1,87 \pm 2,12$	114,00%	1,00 [0,00;3,00]	(-1,00; 9,00)
Синтез,%, динамика, Входной - Выходной	98 (100,00%)	$15,56 \pm 17,69$	114,00%	8,33 [0,00;25,00]	(-8,33; 75,00)
Сравнение, динамика, Входной - Выходной	98 (100,00%)	$1,37 \pm 1,78$	130,00%	1,00 [0,00;2,00]	(-1,00; 7,00)
Сравнение, %, динамика, Входной - Выходной	98 (100,00%)	$13,67 \pm 17,84$	130,00%	10,00 [0,00;20,00]	(-10,00; 70,00)
Подведение под понятие, выведение следствий, динамика, Входной - Выходной	98 (100,00%)	$1,84 \pm 2,01$	109,00%	1,00 [0,00;3,00]	(-1,00; 8,00)
Подведение под понятие, выведение следствий, %, динамика, Входной - Выходной	98 (100,00%)	$14,13 \pm 15,45$	109,00%	7,69 [0,00;23,08]	(-7,69; 61,54)
Установление причинно- следственных связей, динамика, Входной - Выходной	98 (100,00%)	$1,82 \pm 1,80$	99,00%	2,00 [0,00;3,00]	(-1,00; 8,00)
Установление причинно- следственных связей, %, динамика, Входной - Выходной	98 (100,00%)	$15,14 \pm 14,96$	99,00%	16,67 [0,00;25,00]	(-8,33; 66,67)

Построение логической цепи рассуждений, динамика, Входной - Выходной	98 (100,00%)	$3,11 \pm 2,79$	90,00%	3,00 [1,00;5,00]	(-1,00; 12,00)
Построение логической цепи рассуждений, %, динамика, Входной - Выходной	98 (100,00%)	$16,38 \pm 14,69$	90,00%	15,79 [5,26;26,32]	(-5,26; 63,16)
Выдвижение гипотез и их обоснование, динамика, Входной - Выходной	98 (100,00%)	$0,53 \pm 0,83$	156,00%	0,00 [0,00;1,00]	(-1,00; 3,00)
Выдвижение гипотез и их обоснование, %, динамика, Входной - Выходной	98 (100,00%)	$10,61 \pm 16,55$	156,00%	0,00 [0,00;20,00]	(-20,00; 60,00)
Формулирование проблемы и создание способов её решения, динамика, Входной - Выходной	98 (100,00%)	$-0,18 \pm 0,39$	212,00%	0,00 [0,00;0,00]	(-1,00; 0,00)

Таблица Д5. Категории «Задание 1», «Задание 2» и «Задание 3», бинарные показатели – частотный анализ (число случаев и %).

Показатель	Всего	Число случаев, абс	Доля случаев, %
Задание 1			
Определение X2, Выходной	98	96	98,0%
Определение X1, Выходной	98	93	94,9%
Определение окислителя, Выходной	98	93	94,9%
Определение X2, Входной	98	91	92,9%
Составление баланса, Выходной	98	82	83,7%
Определение	98	81	82,7%

восстановителя, Выходной			
Определение коэффициентов, Выходной	98	78	79,6%
Определение окислителя, Входной	98	77	78,6%
Определение X1, Входной	98	72	73,5%
Определение восстановителя, Входной	98	65	66,3%
Составление баланса, Входной	98	58	59,2%
Определение коэффициентов, Входной	98	55	56,1%

**Таблица Д6. Категории «Задание 1», «Задание 2» и «Задание 3»,
бинарные показатели – частотный анализ (число случаев и %)
(продолжение).**

Показатель	Всего	Число случаев, абс	Доля случаев, %
Задание 2			
Определение X1, Выходной	98	89	90,8%
Составление уравнения 1, Выходной	98	87	88,8%
Определение X2, Выходной	98	84	85,7%
Определение X2, Входной	98	77	78,6%
Составление уравнения 4, Выходной	98	76	77,6%
Составление уравнения 3, Выходной	98	72	73,5%
Определение X1, Входной	98	71	72,4%
Составление уравнения 1, Входной	98	71	72,4%
Составление уравнения 4, Входной	98	71	72,4%
Определение X3,	98	70	71,4%

Выходной			
Составление уравнения 2, Выходной	98	65	66,3%
Составление уравнения 7, Выходной	98	64	65,3%
Определение X4, Выходной	98	63	64,3%
Составление уравнения 3, Входной	98	62	63,3%
Составление уравнения 6, Выходной	98	61	62,2%
Составление уравнения 7, Входной	98	59	60,2%
Составление уравнения 6, Входной	98	58	59,2%
Составление уравнения 9, Выходной	98	56	57,1%

Таблица Д7. Категории «Задание 1», «Задание 2» и «Задание 3», бинарные показатели – частотный анализ (число случаев и %) (продолжение).

Показатель	Всего	Число случаев, абс	Доля случаев, %
Задание 2			
Определение X3, Входной	98	55	56,1%
Составление уравнения 10, Выходной	98	54	55,1%
Определение X4, Входной	98	51	52,0%
Составление уравнения 5, Выходной	98	49	50,0%
Составление уравнения 11, Выходной	98	48	49,0%
Составление уравнения 8, Выходной	98	46	46,9%
Составление уравнения 2,	98	45	45,9%

Входной			
Составление уравнения 12, Входной	98	44	44,9%
Составление уравнения 9, Входной	98	43	43,9%
Составление уравнения 10, Входной	98	43	43,9%
Составление уравнения 12, Выходной	98	40	40,8%
Составление уравнения 11, Входной	98	38	38,8%
Составление уравнения 5, Входной	98	33	33,7%
Составление уравнения 8, Входной	98	29	29,6%

Таблица Д8. Категории «Задание 1», «Задание 2» и «Задание 3», бинарные показатели – частотный анализ (число случаев и %) (продолжение).

Показатель	Всего	Число случаев, абс	Доля случаев, %
Задание 3			
Составление уравнения 1, Выходной	98	83	84,7%
Определение исходных количеств веществ, Выходной	98	75	76,5%
Составление уравнения 1, Входной	98	66	67,3%
Составление уравнения 2, Выходной	98	54	55,1%
Расчеты по уравнению 1, Выходной	98	54	55,1%
Определение исходных количеств веществ, Входной	98	53	54,1%
Расчеты по уравнению 2,	98	37	37,8%

Выходной			
Расчеты по уравнению 1, Входной	98	34	34,7%
Определение масс/массовых долей веществ в конечном растворе, Выходной	98	26	26,5%
Составление уравнения 2, Входной	98	18	18,4%
Расчеты по уравнению 2, Входной	98	11	11,2%
Определение масс/массовых долей веществ в конечном растворе, Входной	98	8	8,2%

Таблица Д9. Категория «Данные обучающегося» – распределение.

Класс обучающегося	Всего	Доля, %
10-й	55	56,1%
11-й	43	43,9%
Пол	Всего	Доля, %
Женский	62	63,3%
Мужской	36	36,7%
Тип учреждения образования	Всего	Доля, %
Гимназия	24	24,5%
Лицей	25	25,5%
СОШ	49	50,0%
Группа	Всего	Доля, %
Контрольная	24	24,5%
Экспериментальная	74	75,5%

На основании таблицы можно сделать следующие выводы.

Контрольная группа составляет около четверти выборки (24,5%). Для категории «Тип учреждения образования» чаще всего встречается значение «СОШ» (50%), каждое значения «Гимназия» и «Лицей» встречается примерно у четверти выборки (24,5% и 25,5% соответственно).

Приложение 5

Динамика изменения уровня сформированности ЛУУД по результатам эксперимента

Таблица Е1. Переменная «Класс» (две группы), период «Выходной контроль» – сравнение по количественным показателям (средние $\pm$ среднеквадратичные отклонения).

Показатель	Класс обучающегося		Уровень Р
	10-й (N=55)	11-й (N=43)	
Контроль			
Контроль, набранный балл, Выходной	17,05 ± 6,65	22,26 ± 5,72	0,0001
Контроль, %, Выходной	60,91 ± 23,76	79,49 ± 20,44	0,0001

Таблица Е2. Переменная «Класс» (две группы), период «Выходной контроль» – сравнение количественных показателей по ЛУУД (средние $\pm$ среднеквадратичные отклонения).

Показатель	Класс обучающегося		Уровень Р
	10-й (N=55)	11-й (N=43)	
ПЛУУД			
Анализ, Выходной	12,25 ± 4,40	15,67 ± 4,13	0,0002
Анализ,%, Выходной	61,27 ± 21,99	78,37 ± 20,64	0,0002
Синтез, Выходной	6,44 ± 3,06	8,93 ± 2,87	0,0002
Синтез,%, Выходной	53,64 ± 25,50	74,42 ± 23,95	0,0002
Сравнение, Выходной	4,84 ± 3,18	7,12 ± 2,97	0,0006
Сравнение, %, Выходной	48,36 ± 31,78	71,16 ± 29,70	0,0006
Подведение под понятие, Выходной	8,13 ± 3,24	10,63 ± 3,06	<0,0001
Подведение под понятие, %, Выходной	62,52 ± 24,91	81,75 ± 23,50	<0,0001
Установление причинно-следственных связей, Выходной	7,04 ± 3,08	9,37 ± 2,50	0,0002
Установление причинно-следственных связей, %, Выходной	58,64 ± 25,71	78,10 ± 20,82	0,0002
Построение логической цепи рассуждений, Выходной	11,78 ± 4,06	15,02 ± 3,80	0,0001
Построение логической цепи рассуждений, %, Выходной	62,01 ± 21,38	79,07 ±	0,0001

Выходной		20,01	
Выдвижение гипотез и их обоснование, Выходной	$2,65 \pm 1,53$	$3,56 \pm 1,40$	0,0041
Выдвижение гипотез и их обоснование, %, Выходной	$53,09 \pm 30,60$	$71,16 \pm 28,05$	0,0041
Формулирование проблемы и СРП, Выходной	$0,18 \pm 0,39$	$0,37 \pm 0,49$	0,0352

Таблица Е3. Переменная «Класс» (две группы) сравнение по бинарным показателям в период «Выходной контроль» по заданиям (процент наличия показателя).

Показатель, Период	Класс обучающегося		Всего	Уровень Р (df=1)
	10-й (N=55)	11-й (N=43)		
Задание 2				
Определение X1, Выходной	46 (83,6%)	43 (100,0%)	89	0,0054
Определение X2, Выходной	42 (76,4%)	42 (97,7%)	84	0,0028
Определение X3, Выходной	34 (61,8%)	36 (83,7%)	70	0,0172
Определение X4, Выходной	27 (49,1%)	36 (83,7%)	63	0,0004
Составление уравнения 1, Выходной	45 (81,8%)	42 (97,7%)	87	0,0136
Составление уравнения 2, Выходной	35 (63,6%)	30 (69,8%)	65	0,5239
Составление уравнения 3, Выходной	36 (65,5%)	36 (83,7%)	72	0,0421
Составление уравнения 4, Выходной	38 (69,1%)	38 (88,4%)	76	0,0232
Составление уравнения 5, Выходной	21 (38,2%)	28 (65,1%)	49	0,0081
Составление уравнения 6, Выходной	29 (52,7%)	32 (74,4%)	61	0,0279
Составление уравнения 7, Выходной	29 (52,7%)	35 (81,4%)	64	0,0031
Составление уравнения 8, Выходной	19 (34,5%)	27 (62,8%)	46	0,0054
Составление уравнения 9, Выходной	25 (45,5%)	31 (72,1%)	56	0,0082
Составление уравнения 10, Выходной	22 (40,0%)	32 (74,4%)	54	0,0007
Составление уравнения 11, Выходной	18 (32,7%)	30 (69,8%)	48	0,0003
Составление уравнения 12, Выходной	18 (32,7%)	22 (51,2%)	40	0,0654

Таблица Е4. Переменная «Класс» (две группы) сравнение по бинарным показателям в период «Выходной контроль» по заданиям (процент наличия показателя) (продолжение).

	Класс обучающегося		Всего	Уровень Р (df=1)
Показатель, Период	10-й (N=55)	11-й (N=43)		
Задание 3				
Составление уравнения 1, Выходной	47 (85,5%)	36 (83,7%)	83	0,8130
Составление уравнения 2, Выходной	26 (47,3%)	28 (65,1%)	54	0,0780
Определение исходных количеств веществ, Выходной	39 (70,9%)	36 (83,7%)	75	0,1375

Расчеты по уравнению 1, Выходной	26 (47,3%)	28 (65,1%)	54	0,0780
Расчеты по уравнению 2, Выходной	16 (29,1%)	21 (48,8%)	37	0,0454
Определение масс/массовых долей веществ в конечном растворе, Выходной	10 (18,2%)	16 (37,2%)	26	0,0342

Таблица Е5. Переменная «Тип учреждения образования» (три группы) период «Выходной» – сравнение по количественным показателям (средние $\pm$ среднеквадратичные отклонения).

Показатель	Тип учреждения образования г.о.Королев			Уровень Р (df=2)
	СОШ (N=49)	Гимназия (N=24)	Лицей (N=25)	
Контроль				
Контроль, набранный балл, Выходной	16,53 ± 6,84	19,71 ± 5,78	24,48 ± 3,84	<0,0001
Контроль, %, Выходной	59,04 ± 24.43	70,39 ± 20.65	87,43 ± 13.72	<0,0001

Таблица Е6. Переменная «Тип учреждения образования», период «Выходной» – множественные попарные сравнения.

Показатель	Уровень Р (СОШ - Гимназия)	Уровень Р (СОШ - Лицей)	Уровень Р (Гимназия - Лицей)
Контроль			
Контроль, набранный балл, Выходной	0,2173	<0,0001	0,0231
Контроль, %, Выходной	0,2173	<0,0001	0,0231

Таблица Е7. Переменная «Тип учреждения образования» (три группы), период «Выходной» – сравнение по количественным показателям (средние $\pm$ среднеквадратичные отклонения).

Показатель	Тип учреждения образования г.о.Королев			Уровень Р (df=2)
	СОШ (N=49)	Гимназия (N=24)	Лицей (N=25)	
ЛУУД				
Анализ, Выходной	11,90 ± 4,47	14,00 ± 4,18	17,16 ± 3,02	<0,0001
Анализ,%, Выходной	59,49 ± 22,37	70,00 ± 20,90	85,80 ± 15,12	<0,0001
Синтез, Выходной	6.29 ±	7.71 ±	9.80 ±	<0,0001

	3,18	2,90	2,24	
Синтез, %, Выходной	52,38 ± 26,46	64,24 ± 24,14	81,67 ± 18,63	<0,0001
Сравнение, Выходной	4,51 ± 3,19	5,96 ± 2,90	8,32 ± 2,23	<0,0001
Сравнение, %, Выходной	45,10 ± 31,89	59,58 ± 28,96	83,20 ± 22,31	<0,0001
Подведение под понятие, Выходной	7,69 ± 3,32	9,58 ± 3,12	11,88 ± 1,62	<0,0001
Подведение под понятие, %, Выходной	59,18 ± 25,52	73,72 ± 24,00	91,38 ± 12,43	<0,0001
Установление причинно-следственных связей, Выходной	6,82 ± 2,97	8,04 ± 2,94	10,52 ± 1,56	<0,0001
Установление причинно-следственных связей, %, Выходной	56,80 ± 24,75	67,01 ± 24,51	87,67 ± 12,98	<0,0001
Построение логической цепи рассуждений, Выходной	11,49 ± 4,11	13,50 ± 3,90	16,28 ± 2,95	<0,0001
Построение логической цепи рассуждений, %, Выходной	60,47 ± 21,62	71,05 ± 20,53	85,68 ± 15,53	<0,0001
Выдвижение гипотез и их обоснование, Выходной	2,45 ± 1,44	3,12 ± 1,39	4,16 ± 1,21	<0,0001
Выдвижение гипотез и их обоснование, %, Выходной	48,98 ± 28,89	62,50 ± 27,86	83,20 ± 24,28	<0,0001
Формулирование проблемы и СРП, Выходной	0,16 ± 0,37	0,21 ± 0,41	0,52 ± 0,51	0,0037

Таблица Е8. Переменная «Тип учреждения образования», период «Выходной» – множественные попарные сравнения.

Показатель	Уровень Р (СОШ - Гимназия)	Уровень Р (СОШ - Лицей)	Уровень Р (Гимназия - Лицей)
ЛУУД			
Анализ, Выходной	0,2164	<0,0001	0,0343
Анализ, %, Выходной	0,2164	<0,0001	0,0343
Синтез, Выходной	0,2459	<0,0001	0,0561
Синтез, %, Выходной	0,2459	<0,0001	0,0561
Сравнение, Выходной	0,2354	<0,0001	0,0264
Сравнение, %, Выходной	0,2354	<0,0001	0,0264
Подведение под понятие, Выходной	0,0811	<0,0001	0,0383
Подведение под понятие, %, Выходной	0,0811	<0,0001	0,0383
Установление причинно-следственных связей, Выходной	0,3016	<0,0001	0,0146
Установление причинно-следственных связей, %, Выходной	0,3016	<0,0001	0,0146
Построение логической цепи рассуждений, Выходной	0,1828	<0,0001	0,0477
Построение логической цепи рассуждений, %, Выходной	0,1828	<0,0001	0,0477

Выдвижение гипотез и их обоснование, Выходной	0,2569	<0,0001	0,0541
Выдвижение гипотез и их обоснование, %, Выходной	0,2569	<0,0001	0,0541
Формулирование проблемы и СРП, Выходной	0,9526	0,0438	0,1710

Динамика показателей

Таблица Е9. Переменная «Группа» (экспериментальная и контрольная), период «Входной - Выходной» – сравнение по количественным показателям (средние $\pm$ среднеквадратичные отклонения).

Показатель	Группа обучающихся		Уровень Р
	Экспериментальная (N=74)	Контрольная (N=24)	
Контроль			
Контроль, набранный балл, динамика, Входной - Выходной	5,27 ± 4,00	1,79 ± 1,61	<0,0001
Контроль, %, динамика, Входной - Выходной	18,82 ± 14,29	6,40 ± 5,77	<0,0001

Таблица Е10. Переменная «Группа» (экспериментальная и контрольная), период «Входной - Выходной» – сравнение по количественным показателям ЛУУД (средние $\pm$ среднеквадратичные отклонения).

Показатель	Группа обучающихся		Уровень Р
	Экспериментальная (N=74)	Контрольная (N=24)	
ЛУУД			
Анализ, динамика, Входной - Выходной	4,04 ± 2,92	1,08 ± 1,56	<0,0001
Анализ,%, динамика, Входной - Выходной	20,20 ± 14,58	5,42 ± 7,79	<0,0001
Синтез, динамика, Входной - Выходной	2,34 ± 2,19	0,42 ± 0,97	<0,0001
Синтез,%, динамика, Входной - Выходной	19,48 ± 18,21	3,47 ± 8,12	<0,0001
Сравнение, динамика, Входной - Выходной	1,66 ± 1,91	0,46 ± 0,83	0,0032
Сравнение, %, динамика, Входной - Выходной	16,62 ± 19,11	4,58 ± 8,33	0,0032

Подведение под понятие, динамика, Входной - Выходной	$2,19 \pm 2,12$	$0,75 \pm 1,07$	0,0014
Подведение под понятие, %, динамика, Входной - Выходной	$16,84 \pm 16,29$	$5,77 \pm 8,26$	0,0014
Установление причинно-следственных связей, динамика, Входной - Выходной	$2,19 \pm 1,81$	$0,67 \pm 1,17$	<0,0001
Установление причинно-следственных связей, %, динамика, Входной - Выходной	$18,24 \pm 15,09$	$5,56 \pm 9,73$	0,0001
Построение логической цепи рассуждений, динамика, Входной - Выходной	$3,80 \pm 2,78$	$1,00 \pm 1,44$	<0,0001
Построение логической цепи рассуждений, %, динамика, Входной - Выходной	$19,99 \pm 14,65$	$5,26 \pm 7,60$	<0,0001
Выдвижение гипотез и их обоснование, динамика, Входной - Выходной	$0,66 \pm 0,90$	$0,12 \pm 0,34$	0,0058
Выдвижение гипотез и их обоснование, %, динамика, Входной - Выходной	$13,24 \pm 17,91$	$2,50 \pm 6,76$	0,0058
Формулирование проблемы и СРП, динамика, Входной - Выходной	$-0,23 \pm 0,42$	$-0,04 \pm 0,20$	0,0397

Приложение 6

Дополнительная профессиональная программа

(повышение квалификации)

Предметно-методическая компетентность учителя химии в формировании познавательных логических универсальных учебных действий при решении расчетных задач высокого уровня сложности в условиях реализации ФГОС СОО

1.Раздел «Характеристика программы»

1.1. Цель реализации программы: совершенствование предметно-методической компетентности учителя химии в формировании познавательных логических универсальных учебных действий при решении расчетных задач высокого уровня сложности в условиях реализации ФГОС среднего общего образования.

Совершенствуемые компетенции

Таблица 1

№	Компетенция	Направление подготовки 050100 Педагогическое образование 44.03.04 Код компетенции		
		Бакалавриат		Магистратура
		4 года	5 лет	
1.	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1		
2.	Способен проектировать организацию совместной и индивидуальной учебной и воспитательной деятельности обучающихся, в том числе с особыми образовательными потребностями			ОПК-3
3.	Способен осуществлять контроль и оценку формирования результатов образования обучающихся, выявлять и корректировать трудности в обучении	ОПК-5		

1.2. Планируемые результаты обучения

Таблица 2

№	Знать	Направление подготовки 050100 Педагогическое образование 44.03.04 Код компетенции		
		Бакалавриат		Магистратура
		4 года	5 лет	
1.	Содержание современного среднего общего образования предметной области «Естественные науки» учебного предмета «Химия» с учетом требований ФГОС СОО.	УК-1		
2.	Особенности организации образовательной деятельности для формирования познавательных логических универсальных учебных действий у обучающихся в соответствии с ФГОС среднего общего образования.			ОПК-3
3.	Особенности контроля и оценки формирования результатов образования обучающихся в области формирования универсальных учебных действий, способы диагностики затруднений и пути их коррекции.	ОПК-5		
№	Уметь	Бакалавриат		Магистратура
		4 года	5 лет	
1.	Реализовывать содержание современного среднего общего образования предметной области «Естественные науки» учебного предмета «Химия» с учетом требований ФГОС СОО через различные формы организации деятельности обучающихся	УК-1		
2.	Использовать системно-деятельностный подход при решении расчетных задач высокого уровня сложности для формирования познавательных логических универсальных учебных действий у обучающихся в соответствии с ФГОС среднего общего образования.			ОПК-3
3.	Применять различные формы контроля и оценки результатов образования обучающихся в области формирования универсальных учебных действий, диагностировать затруднения и выбирать оптимальные пути их коррекции.	ОПК-5		

1.3. Категория обучающихся: учителя химии образовательных организаций;

требование к квалификации: среднее профессиональное и/или высшее профессиональное образование, без предъявления требований к стажу работы.

1.4. Форма обучения: очно-заочная.

1.5. Режим занятий, срок освоения программы:

* срок освоения программы – 72 часов;

* режим занятий – 6 часов в день, один раз в неделю.

2. Раздел «Содержание программы»

2.1. Учебный (тематический) план

Таблица 3

№ п/п	Наименование разделов/модулей и тем	Всего часов	Виды учебных занятий, учебных работ		Самост оя- тельная работа	Формы контроля
			Лекции	Интерак тивные занятия		
Раздел I. Базовая часть						
1.	Основы государственной политики в области образования в РФ	12	2	4	6	
Раздел II. Профильная часть (предметно-методическая)						
2.	Предметно-методическая компетентность учителя химии в формировании познавательных логических универсальных учебных действий при решении расчетных задач высокого уровня сложности в условиях реализации ФГОС СОО	56	12	44		Контроль ная работа по решению задач высокого уровня сложност и №1 и №2
Итоговая аттестация		4				Комплекс ный зачет
Итого:		72	14	48	6	4

2.2. Распределение часов (трудоемкость) по темам и видам работ

Таблица 4

№ п/п	Название модулей (разделов) и тем	Общая трудое мкость (часы)	Аудиторные занятия		Самост оятельн ая работа (часы)	Форм ы контро ля
			Лекци и (часы)	Семина ры, практ. заняти я (часы)		
Раздел I. Базовая часть						
1.	Основы государственной политики в области образования в РФ	12	2	4	6	
1.1.	Федеральный государственный образовательный стандарт среднего общего образования	6	2	4		
1.2.	Профессиональный стандарт "Педагог (педагогическая деятельность в сфере дошкольного, начального общего, основного общего, среднего общего образования) (воспитатель, учитель)"	6			6	
Раздел II. Профильная часть (предметно-методическая)						
2.	Предметно-методическая компетентность учителя химии в формировании познавательных логических универсальных учебных действий при решении расчетных задач высокого уровня сложности в условиях реализации ФГОС СОО	56	12	44		Контро льная работа
2.1.	Требования к предметно- методическим условиям формирования познавательных логических универсальных учебных действий у обучающихся в курсе учебного предмета «Химия» образовательной программы среднего общего образования	6	6			
2.2.	Формирование у обучающихся познавательных логических универсальных учебных действий в процессе решения расчетных задач высокого уровня сложности.	6		6		
2.3.	Методические особенности	6		6		

	обучения нахождению массы конечного раствора при решении расчетных задач высокого уровня сложности.					
2.4.	Методические особенности решения расчетных задач по реакциям, протекающим с образованием альтернативных продуктов в растворах электролитов, не сопровождающихся изменением степеней окисления. Образование и растворение амфотерных осадков.	6	2	4		
2.5	Методические особенности решения расчетных задач по реакциям, протекающим с образованием альтернативных продуктов в растворах электролитов, не сопровождающихся изменением степеней окисления. Образование кислых солей.	6		6		
2.6.	Методические особенности решения расчетных задач с использованием понятия «растворимость».	6	2	4		
2.7	Методические особенности решения расчетных задач на смешивание растворов с добавлением олеума.	6		6		Контрольная работа №1
2.8.	Методические особенности решения расчетных задач высокого уровня сложности по теме: «Скорость химической реакции».	6	2	4		
2.9	Методические особенности решения расчетных задач высокого уровня сложности по теме: «Химическое равновесие».	6		6		Контрольная работа №2
2.10.	Методические особенности решения комбинированных задач высокого уровня сложности.	2		2		
Итоговая аттестация		4				Комплексный зачет
Итого:		72	14	48	6	4

2.3. Содержание программы

Раздел I. Базовая часть.

1. Основы государственной политики в области образования

Тема 1.1. Основы законодательства РФ в области среднего общего образования

Лекция

Федеральный государственный образовательный стандарт среднего общего образования. Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации». Концепция долгосрочного социально-экономического развития РФ на период до 2020 года.

Круглый стол

Ход занятия: Обсуждение основ законодательства РФ в области среднего общего образования

Примерные вопросы для обсуждения:

1. В чем заключается обновление содержания среднего общего образования в контексте нормативных документов.

Тема 1.2. Профессиональный стандарт "Педагог (педагогическая деятельность в сфере дошкольного, начального общего, основного общего, среднего общего образования) (воспитатель, учитель)"

Самостоятельная работа

Задание:

Изучить Профессиональный стандарт «Педагог (педагогическая деятельность в сфере дошкольного, начального общего, основного общего, среднего общего образования) (воспитатель, учитель)» и **раскрыть содержание требований:**

1. Требования, предъявляемые к учителю в соответствии с Профессиональным стандартом "Педагог (педагогическая деятельность в сфере дошкольного, начального общего, основного общего, среднего общего образования) (воспитатель, учитель)".

2. Особенности педагогической деятельности по реализации программ основного и среднего общего образования.

3. Требования к уровню профессиональной компетентности учителя химии.

Представить результаты письменно в свободной форме.

Раздел II. Профильная часть (предметно-методическая)

2. Предметно-методическая компетентность учителя химии в формировании познавательных логических универсальных учебных действий при решении расчетных задач высокого уровня сложности в условиях реализации ФГОС СОО

2.1. Требования к предметно-методическим условиям формирования познавательных логических универсальных учебных действий у обучающихся в курсе учебного предмета «Химия» образовательной программы среднего общего образования

Лекция

Особенности ФГОС основного общего образования: метапредметные требования к результатам освоения обучающимися образовательной программы среднего общего образования и их реализация в курсе учебного предмета «Химия». Классификация познавательных логических универсальных учебных действий (ПЛУУД) и особенности реализации их освоения обучающимися в курсе учебного предмета «Химия». Возможности реализации деятельностного подхода в курсе учебного предмета «Химия».

2.2. Формирование у обучающихся познавательных логических универсальных учебных действий в процессе решения расчетных задач высокого уровня сложности.

Круглый стол

Ход занятия: Обсуждение особенностей формирования у обучающихся познавательных логических универсальных учебных действий в процессе решения расчетных задач высокого уровня сложности.

Примерные вопросы для обсуждения:

1. Классификация универсальных учебных действий. Общеучебные и логические познавательные универсальные учебные действия: общая характеристика и функции.
2. Анализ, синтез, подведение под понятие, выбор оснований и критериев для сравнения, установление причинно-следственных связей, построение логической цепи рассуждений.
3. Возрастной аспект формирования познавательных универсальных учебных действий.
4. Критерии и показатели сформированности универсальных учебных действий, уровни сформированности познавательных логических универсальных учебных действий.
5. Условия развития универсальных учебных действий в образовательном процессе.
6. Возможности формирования у обучающихся познавательных логических универсальных учебных действий в процессе решения расчетных задач высокого уровня сложности.

2.3. Методические особенности обучения нахождению массы конечного раствора при решении расчетных задач высокого уровня сложности

Круглый стол

Ход занятия: Обсуждение особенностей нахождения массы конечного раствора в многокомпонентных растворах при протекании большого количества последовательных и параллельных химических реакций.

Примерные вопросы для обсуждения:

1. Составляющие массы конечного раствора.
2. Влияние на массу конечного раствора последовательно протекающих химических реакций.
3. Влияние на массу конечного раствора частичного растворения добавляемых твердых веществ.
4. Влияние на массу конечного раствора частичного растворения и частичного взаимодействия с исходными веществами пропускаемых газов.
5. Влияние на массу конечного раствора добавляемых кристаллогидратов.

Семинар

Ход занятия:

1. Решение задач на нахождение массы конечного раствора в многокомпонентных растворах при протекании большого количества последовательных и параллельных химических реакций.

2.4. Методические особенности решения расчетных задач по реакциям, протекающим с образованием альтернативных продуктов в растворах электролитов, не сопровождающихся изменением степеней окисления. Образование и растворение амфотерных осадков.

Лекция

Образование альтернативных продуктов в растворах, не связанное с протеканием окислительно-восстановительных реакций. Особенности взаимодействия оснований и кислот в растворах с учетом констант диссоциации слабых электролитов. Стадийность процесса электролитической диссоциации в растворах слабых электролитов и его влияние

на протекание реакций ионного обмена. Образование и растворение амфотерных осадков в реакциях ионного обмена.

Семинар

Ход занятия:

1. Решение расчетных задач на образование и растворение амфотерных осадков в реакциях ионного обмена.
2. Решение расчетных задач на определение количества надосадочной жидкости.

2.5. Методические особенности решения расчетных задач по реакциям, протекающим с образованием альтернативных продуктов в растворах электролитов, не сопровождающихся изменением степеней окисления. Образование кислых солей.

Семинар

Ход занятия:

1. Решение расчетных задач на определение типа образующихся солей и нахождение их концентрации в конечном растворе.
2. Решение расчетных задач на нахождение массы конечного раствора и концентраций всех веществ по окончании реакций при добавлении кристаллогидратов.

Круглый стол

Ход занятия: Обсуждение методических особенностей обучения решению расчетных задач по реакциям, протекающим с образованием альтернативных продуктов в растворах электролитов, не сопровождающихся изменением степеней окисления.

Примерные вопросы для обсуждения:

1. Методика решения расчетных задач на определение массы образовавшегося осадка и количества надосадочной жидкости.
2. Альтернативные способы вычисления и оформления массы конечного раствора при добавлении кристаллогидратов.
3. Особенности формирования познавательных логических универсальных учебных действий у обучающихся в процессе решения задач по реакциям, протекающим с образованием альтернативных продуктов в растворах электролитов.

Работа в малых группах

Задание для группы:

Самостоятельно подобрать расчетную задачу высокого уровня сложности по одной из изученных тем, предложить оптимальную методику ее решения.

Требования к содержанию и оформлению задачи:

1. В расчетной задаче должны быть использованы реакции, протекающие с образованием альтернативных продуктов в растворах электролитов, не сопровождающиеся изменением степеней окисления.
2. В расчетную задачу обязательно должен быть включен расчет нахождения массы конечного раствора и массовых долей всех веществ в нем.
3. Результат должен быть представлен в виде таблицы:

Текст (условие) расчетной задачи	Методика решения задачи (по этапам)	Познавательные логические универсальные учебные действия, формируемые в процессе решения	Возможные затруднения у обучающихся на различных этапах решения	Возможные пути коррекции затруднений

2.6. Методические особенности решения расчетных задач с использованием понятия «растворимость»

Лекция

Понятия «растворимость» и «насыщенный раствор». Особенности выпадения осадков из насыщенных растворов при их охлаждении. Выпадение осадков кристаллогидратов из насыщенных растворов их солей. Влияние выпадения осадков чистых солей и кристаллогидратов на числитель и знаменатель при расчетах массовых долей веществ в конечном растворе. Особенности формирования познавательных универсальных учебных действий в процессе решения задач высокого уровня сложности с использованием понятия «растворимость».

Семинар

Ход занятия:

1. Решение расчетных задач на определение массы выкристаллизовавшихся чистых солей и кристаллогидратов из насыщенных растворов при охлаждении.

2. Решение расчетных задач высокого уровня сложности на нахождение концентраций веществ в конечном растворе с учетом выкристаллизовавшихся чистых солей и кристаллогидратов из насыщенных растворов при охлаждении.

2.7. Методические особенности решения расчетных задач на смешивание растворов с добавлением олеума

Семинар

Ход занятия:

1. Расчеты концентраций веществ в конечном растворе, образованном при смешивании олеумов.

2. Решение расчетных задач на определение итоговой концентрации серной кислоты при добавлении олеума.

3. Решение расчетных задач высокого уровня сложности на нахождение концентраций веществ в конечном растворе с учетом добавления олеума и образования альтернативных продуктов.

4. Обсуждение особенностей формирования познавательных универсальных учебных действий в процессе решения задач высокого уровня сложности с использованием понятия «олеум».

Промежуточная аттестация. Контрольная работа №1

Задание:

Самостоятельно подобрать расчетную задачу высокого уровня сложности по одной из изученных тем, предложить оптимальную методику ее решения.

Требования к содержанию и оформлению задачи:

1. В расчетной задаче должны быть использованы реакции, протекающие с образованием альтернативных продуктов в растворах электролитов, не сопровождающиеся изменением степеней окисления.

2. В задачу может быть введен дополнительный усложняющий фактор в виде расчетов на растворимость или олеум (выполнение этого пункта на усмотрение слушателя).

3. В расчетную задачу обязательно должен быть включен расчет нахождения массы конечного раствора и массовых долей всех веществ в нем.

4. Результат должен быть представлен в виде таблицы:

Текст (условие) расчетной задачи	Методика решения задачи (по этапам)	Познавательные логические универсальные учебные действия, формируемые в процессе решения	Возможные затруднения у обучающихся на различных этапах решения	Возможные пути коррекции затруднений

2.8. Методические особенности решения расчетных задач высокого уровня сложности по теме: «Скорость химической реакции»

Лекция

Понятие «скорость химической реакции». Влияние различных факторов на скорость химической реакции. Математическое выражение закона действующих масс для скорости. Правило Вант-Гоффа. Энергия активации, уравнение Аррениуса. Катализ и катализаторы.

Семинар

Ход занятия:

1. Решение расчетных задач с использованием закона действующих масс и правила Вант-Гоффа.
2. Решение расчетных задач высокого уровня сложности с использованием уравнения Аррениуса.

2.9. Методические особенности решения расчетных задач высокого уровня сложности по теме: «Химическое равновесие»

Семинар

Ход занятия:

1. Обратимые и необратимые химические реакции, состояние химического равновесия. Принцип Ле-Шателье.
2. Методические особенности решения расчетных задач с использованием константы равновесия.
3. Решение расчетных задач с использованием константы равновесия.
4. Решение расчетных задач высокого уровня сложности на определение концентраций веществ в равновесной смеси.

Промежуточная аттестация. Контрольная работа №2

Задание:

Самостоятельно подобрать расчетную задачу высокого уровня сложности по одной из изученных тем, предложить оптимальную методику ее решения.

Требования к содержанию и оформлению задачи:

1. В расчетной задаче могут быть использованы любые реакции из курса органической или неорганической химии, соответствующие программе учебного предмета «Химия» среднего общего образования.
2. В задачу может быть введен дополнительный усложняющий фактор в виде расчетов по уравнению Аррениуса (выполнение этого пункта на усмотрение слушателя).
3. В расчетную задачу обязательно должен быть включен расчет концентраций веществ в равновесной смеси.
4. Результат должен быть представлен в виде таблицы:

Текст (условие) расчетной задачи	Методика решения задачи (по этапам)	Познавательные логические универсальные учебные действия, формируемые в процессе решения	Возможные затруднения у обучающихся на различных этапах решения	Возможные пути коррекции затруднений

2.10. Методические особенности решения комбинированных задач высокого уровня сложности

Круглый стол

Ход занятия: обсуждение методических особенностей решения комбинированных задач высокого уровня сложности.

Примерные вопросы для обсуждения:

1. Виды комбинированных задач.
2. Наиболее часто встречающиеся сочетания понятий и формул для расчетов из разных тем внутри комбинированных задач высокого уровня сложности.
3. Формирование познавательных универсальных учебных действий (анализа, синтеза, подведения под понятие) в процессе решения комбинированных задач высокого уровня сложности.

Раздел 3. «Формы аттестации и оценочные материалы»

Аттестационные процедуры по дополнительной профессиональной программе повышение квалификации включают промежуточную аттестацию и итоговую аттестацию.

Промежуточная аттестация организуется после изучения тем 2.1-2.7 и 2.8-2.9 модуля 2 раздела II программы в форме контрольной работы.

Вид аттестации	Форма контроля	Характеристика оценочных материалов
Промежуточная аттестация	Контрольная работа №1	<i>Контрольная работа</i> по теме «Методические особенности решения расчетных задач на смешивание растворов с добавлением олеума». Включает материалы тем 2.1-2.7 модуля 2 раздела II
	Контрольная работа №2	<i>Контрольная работа</i> по темам «Химическое равновесие. Скорость химической реакции». Включает материалы тем 2.8-2.9 модуля 2 раздела II
Итоговая аттестация	Комплексный зачет	Контрольные работы №1,2 Самостоятельная работа Практические задания, выполненные в процессе изучения программы

Итоговая аттестация: комплексный зачет, который включает все работы по промежуточной аттестации, а также выполнение практических заданий в процессе изучения программы.

При условии выполнения всех работ промежуточной аттестации и практических заданий обучающийся получает зачет.

Требования к контрольной работе

Для проведения контрольных работ №1 и №2 преподаватель предлагает слушателям задание (текст заданий приведен в темах 2.7 и 2.9 модуля 2 раздела II), на выполнение которого отводится 40 минут.

Показатели оценивания качества

выполненной слушателем контрольной работы

1. Полное соответствие составленной и решенной задачи указанным в задании требованиям.
2. Умение использовать системно-деятельностный подход при решении расчетных задач высокого уровня сложности.
3. Знание и рациональное использование источников информации.

Критерии и шкала оценивания качества контрольной работы

№ п.п.	Оцениваемые разделы контрольной работы	Оцениваемые параметры контрольной работы	Баллы
1	Текст (условие) расчетной задачи	Текст (условие) расчетной задачи полностью соответствует критериям, указанным в задании	2
		Текст (условие) расчетной задачи не полностью соответствует критериям, указанным в задании	1
		Текст (условие) расчетной задачи полностью не соответствует критериям, указанным в задании	0
2	Методика решения задачи (по этапам)	Выбран оптимальный путь решения и оформления задачи. Приведено не менее одного альтернативного пути решения и оформления задачи. Указаны оригинальные подходы к решению заданий.	2
		Выбран не оптимальный путь решения и оформления задачи. Не указаны альтернативные пути решения и оформления задачи.	1
		Решение или оформление задачи содержит фактические или математические ошибки.	0
3	Познавательные логические универсальные учебные действия, формируемые в процессе решения	Верно указаны все познавательные логические универсальные учебные действия, формируемые в процессе решения	2
		Верно указаны не все познавательные логические универсальные учебные действия, формируемые в процессе решения	1
		В указании познавательных логических универсальных учебных действий допущены ошибки	0
4	Возможные затруднения на различных этапах решения у обучающихся	Предусмотрены и проанализированы все возможные затруднения	2
		Предусмотрены и проанализированы не все возможные затруднения	1
		Не предусмотрены и не проанализированы возможные затруднения	0

5	Возможные пути коррекции затруднений	Предложены и разобраны различные варианты коррекции затруднений	2
		Предложен и разобран 1 вариант коррекции затруднений	1
		Варианты коррекции отсутствуют	0
Максимальное количество баллов за контрольную работу			10

Контрольные работы №1 и №2 засчитываются слушателю, если набрано 5-10 баллов.

Контрольные работы №1 и №2 не засчитываются слушателю, если набрано менее 5 баллов.

Раздел 4. «Организационно-педагогические условия реализации программы»

4.1. Учебно-методическое обеспечение и информационное обеспечение программы

Основная литература

1. Глинка Н.Л. Общая химия. Задачи и упражнения. – М.: Издательство «Юрайт», 2019. – 898с.
2. Еремин В.В. Сборник задач по общей и физической химии. – М.: Издательство «Интеллект», Долгопрудный, 2019. – 416с.
3. Еремин В.В., Борщевский А.Я. Основы общей и физической химии. – М.: Издательство «Интеллект ИД», 2018. – 848с.
4. Кузьменко Н.Е. Вступительные экзамены и олимпиады по химии: опыт Московского университета. – М.: Издательство Московского университета, 2011. – 624с.
5. Кузьменко Н.Е. Химия. Для школьников старших классов и поступающих в ВУЗы. – М.: Издательство Московского университета, 2018. – 480с.
6. Пузаков С.А. Общая химия, сборник задач и упражнений. 5-е изд., пер. и доп. Учебное пособие для академического бакалавриата. – М.: Издательство «Юрайт», 2019. – 251с.

Дополнительная литература

1. Власенко К.К. и др. Химия: Руководство для подготовки к вступительным экзаменам. Изд.10-е. М.: РХТУ, 2015. – 271с.
2. Давыдова Н.Н., Смирных О.В. Универсальные учебные действия: управление образованием. Народное образование №1, 2012. – с. 167-175.
3. Кузьменко Н.Е., Еремин В.В., Попков В.А. Начала химии. Современный курс для поступающих в ВУЗы: учебник. – М.: Издательство «Экзамен», 2010. – 831с.
4. Леенсон И.А. Как и почему происходят химические реакции. Элементы химической термодинамики и кинетики. – М.: Издательство «Интеллект», Долгопрудный, 2010. – 176с.
5. Формирование универсальных учебных действий в основной школе: от действия к мысли/ под ред. А.Г.Асмолова. – М.: Просвещение, 2010. – 159с.

Интернет-ресурсы:

1. Закон РФ "Об образовании в Российской Федерации".
2. Закон Московской области "Об образовании"
3. Федеральный государственный образовательный стандарт среднего общего образования (утвержден приказом Министерства образования и науки РФ от 17 октября 2013 г. N 1155)

4. Федеральный государственный образовательный стандарт среднего общего образования. <https://fgos.ru/>

5. Приказ Министерства труда и социальной защиты РФ №544н "Об утверждении профессионального стандарта "Педагог (педагогическая деятельность в сфере дошкольного, начального общего, основного общего, среднего общего образования) (воспитатель, учитель)" (зарегистрирован Минюстом России 6 декабря 2013 года) http://www.ug.ru/new_standards/6

4.2. Материально-технические условия реализации программы

- компьютерное и мультимедийное оборудование;
- презентации;
- использование различных интернет-ресурсов.

4.3.Кадровое обеспечение программы

Программа реализуется коллективом МБУ ДПО городского округа Королев Московской области «Учебно-методический образовательный центр».