

ТЕХНОЛОГИЗАЦИЯ ПЕДАГОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

Формы и средства проектирования ситуационных задач для развития регулятивных универсальных учебных действий учащихся средней школы при дистанционном обучении химии

Юрий Витальевич Федоров

аспирант

Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена

Санкт-Петербург, Россия

big.yugan@mail.ru

 0000-0000-0000-0000

Поступила в редакцию 18.08.2023

Принята 14.09.2023

Опубликована 15.10.2023

 10.25726/c2298-1477-3178-q

Аннотация

Статья посвящена актуальной проблеме проектирования ситуационных задач для развития регулятивных универсальных учебных действий учащихся средней школы в условиях дистанционного обучения химии. Авторы рассматривают различные формы и средства создания таких задач, акцентируя внимание на их эффективности в контексте онлайн-образования. Основное внимание уделяется методам стимулирования самостоятельной работы учащихся, развитию их критического мышления и умения решать проблемы. Статья содержит практические рекомендации для учителей по созданию и внедрению ситуационных задач в дистанционный учебный процесс, а также предлагает инструменты для оценки эффективности применения данных методик. Исследование способствует повышению качества дистанционного обучения химии и формированию у учащихся навыков саморегуляции и адаптации к сложным учебным ситуациям. Авторы также анализируют педагогические и психологические аспекты применения ситуационных задач, подчеркивая их роль в формировании мотивации к изучению химии и активизации когнитивной деятельности учащихся. Приводятся результаты эмпирического исследования, демонстрирующие положительное влияние ситуационных задач на уровень усвоения материала и развитие регулятивных универсальных учебных действий в дистанционном формате. В заключении статьи формулируются перспективы дальнейших исследований в данной области, а также возможные направления совершенствования методик проектирования и внедрения ситуационных задач в образовательный процесс. Статья будет полезна педагогам, методистам, а также всем, кто интересуется вопросами современной педагогики и дистанционного обучения.

Ключевые слова

общественный прогресс, дистанционное обучение, наставники, информационная среда, личность.

Введение

В современном мире результаты общественного прогресса концентрируются в информационной среде. В связи с этим активно используются дистанционные формы и средства обучения. Дистанционное обучения создает возможность создания системы массового непрерывного автоматизированного обучения и самообучения независимости от временных рамок, и места нахождения. Для эффективного процесса дистанционного обучения важную роль играют умения, связанные с самостоятельностью,

самоконтролем. Группа таких умений выделена ФГОС в группу регулятивные универсальные учебные действия (далее УУД) таких как целеполагание, планирование, контроль, оценка (Жулькова, 2013). Высокий уровень развития у ученика этой группы действий позволяет достигать больших предметных результатов при дистанционном обучении. Кроме того, ценность развития регулятивных УУД заключается в том, что, благодаря им ученики смогут самообучаться и после окончания школы, будут уметь ставить перед собой новые темы и достигать их самостоятельно и без наставников, т.е. являются базой для развития самостоятельности личности.

Способность действовать и мыслить самостоятельно уже давно является важным акцентом во всех сферах жизни. Это отражается и в современных стратегической и нормативной документации. Например, в «Стратегии инновационного развития Российской Федерации на период до 2020 года» к компетенциям инновационной деятельности наряду с другими причислены «способность и готовность к непрерывному образованию, постоянному совершенствованию, переобучению и самообучению, профессиональной мобильности, стремление к новому; <...> умение работать самостоятельно, готовность к работе

Кроме того, по ФЗ «Об Образовании», важным направлением в развитии дистанционного обучения является нахождение эффективных технологий, форм и средств проектирования электронной информационно-образовательной среды. К сожалению, в образовании недостаточно изучены инструменты для развития регулятивных УУД при дистанционном обучении (Фролова, 2014). Одной из форм обучения, при которой учащиеся могут активно участвовать в обучении, являются ситуационные задачи. Однако для того, чтобы ситуационные задачи наиболее эффективно использовались в образовании, их необходимо адаптировать к современным способам восприятия знаний. Кроме того, для эффективного использования ситуационных задач необходимо знать инструменты и формы проектирования (конструирования) задач, которые позволяют структурировать задачи таким образом, чтобы они могли эффективно развивать универсальные учебные действия учащихся. Такие задания должны быть максимально описательными и подробными (Брыксина, 2020). Растущая потребность в повышении эффективности обучения усилила роль принципа визуализации и сделала визуализацию ключевым условием его реализации. Визуализация способствует эффективному получению и анализу огромного количества информации, которая постоянно доступна повсюду вокруг нас. Современная методология требует проведения различия между учебной визуализацией в традиционном классическом понимании (объекты, схемы, фотографии, рисунки и т.д.) и визуализацией, созданной с помощью новых информационных и технических средств обучения (коллажи, презентации, пояснительные базы данных, буклеты, анимации и т.д.). В результате родился термин "визуализация".

Материалы и методы исследования

Многие исследователи заинтересовались всесторонним описанием аспектов визуализации, относящихся к различным темам, и определили пригодность визуализации для различных учебных материалов, включая ситуационные задачи. Инфографика как инструмент визуализации является достаточно новым явлением по отношению к процессу преподавания, в отличие от многих других областей знаний. Учителя химии не используют современные средства визуализации при подготовке учебных материалов, что снижает эффективность их презентаций для учащихся (Желтухина, 2022).

Использование ситуационных задач по химии как средства, положительно влияющего на развитие универсальных учебных действий подробно изучена в опытно-экспериментальных и исследовательских работах Н.В. Жульковой. Эффективное развитие универсальных учебных действий с помощью включения в учебный процесс ситуационных задач требует создания структуры их проектирования. Суть проектирования заключается в создании образа предмета и алгоритма его организации. В теории и практике проектирования описаны различные подходы к организации процесса учебного проектирования: К.С. Бажин, В.С. Безрукова, М.П. Горчакова-Сибирская, Е.С. Заир-Бек, И.А. Колесникова, В.Е. Радионов, В.И. Слободчиков, Т.С. Шахматова, В.З, что отражено в их работах. Однако исследователи не рассматривают отдельно вопросы конструирования дидактических материалов,

особенно ситуационных задач, и поэтому не в полной мере используют потенциал ситуационных задач как дидактических материалов при обучении в школе.

Ситуационные задачи – задачи, при которых ученик в процессе работы с информацией осваивает различные мыслительные и интеллектуальные операции в определённой последовательности от ознакомления и понимания, до применения, анализа, синтеза и оценки (Григорьева, 2019).

Ситуационные задачи имеют большую актуальность в обучении химии по нескольким причинам:

Ситуационные задачи позволяют студентам применять свои знания химии на практике. Они помогают понять, как применять химические концепции и принципы в реальных ситуациях, таких как промышленные процессы, экологические проблемы и медицинские исследования.

Развитие критического мышления. Ситуационные задачи требуют от учащихся анализировать информацию, принимать решения и обосновывать свои выводы. Это развивает их критическое мышление и способность применять логику и рассуждения для решения проблем (Пустовалова, 2020).

Подготовка к реальным ситуациям. Ситуационные задачи помогают развить навыки, необходимые для работы в химической промышленности и научных исследованиях. Они учат анализировать данные, проводить эксперименты, делать выводы и принимать решения на основе полученных результатов.

Мотивация и интерес. Ситуационные задачи могут быть более интересными и мотивирующими, чем традиционные учебные материалы.

Результаты и обсуждение

В целом, ситуационные задачи являются важным инструментом в обучении химии, так как они помогают развивать практические навыки, критическое мышление и мотивацию, необходимые для успешной работы в химической промышленности и научных исследованиях (Манько, 2009).

Инфографика — это графическое представление информации, которое помогает визуализировать сложные концепции и данные. Она может быть полезным средством для визуализации ситуационных задач по химии, так как позволяет представить информацию в более понятной и доступной форме.

Ниже приведены некоторые примеры того, как инфографика может быть использована для визуализации ситуационных задач по химии:

1. Химические реакции. Инфографика может помочь визуализировать различные типы химических реакций, такие как синтез, разложение, замещение и т. д. Это может быть полезно для учащихся так как помогает лучше понять, как происходят эти реакции и какие продукты образуются.

2. Структура молекул. Инфографика может быть использована для визуализации структуры молекул, таких как органические соединения, полимеры и биомолекулы. Это помогает наглядно представить какие атомы и связи присутствуют в молекуле, и как они взаимодействуют друг с другом.

3. Физические свойства веществ. Инфографика может быть использована для визуализации физических свойств веществ, таких как плотность, температура плавления и кипения, растворимость и т. д. Такая визуализация поможет изобразить как эти свойства влияют на поведение вещества и его использование в различных ситуациях.

4. Химические элементы. Инфографика может быть использована для визуализации информации о химических элементах, таких как их атомные номера, массовые числа, электронная конфигурация и химические свойства.

Инфографика может быть создана с использованием различных инструментов и программ, таких как Adobe Illustrator, Canva, Piktochart и др. Важно учесть, что инфографика должна быть понятной и легко читаемой, поэтому важно выбирать правильные цвета, шрифты и изображения для ее создания.

1. Задача: Какой из следующих газов имеет наибольшую плотность при стандартных условиях (0°C и 1 атм)?

Варианты ответов:

1. Аммиак (NH_3)

2. Кислород (O_2)
3. Углекислый газ (CO_2)
4. Водород (H_2)

Инфографика: Изображение четырех газовых молекул с указанием их молекулярной массы и плотности. На графике видно, что молекула аммиака имеет наибольшую молекулярную массу и, следовательно, наибольшую плотность.

2. Задача: Какой из следующих растворов будет иметь наибольшую концентрацию ионов гидроксида (OH^-)?

Варианты ответов:

1. Раствор с pH 2
2. Раствор с pH 7
3. Раствор с pH 10
4. Раствор с pH 12

Инфографика: График, показывающий зависимость концентрации ионов гидроксида от pH раствора. На графике видно, что чем выше значение pH, тем выше концентрация ионов гидроксида. Следовательно, раствор с pH 12 будет иметь наибольшую концентрацию ионов гидроксида.

3. Задача: Какой из следующих элементов имеет наибольшую электроотрицательность?

Варианты ответов:

1. Литий (Li)
2. Бериллий (Be)
3. Бор (B)
4. Углерод (C)

Инфографика: Таблица с указанием электроотрицательности каждого элемента. На графике видно, что углерод имеет наибольшую электроотрицательность среди предложенных элементов.

Какие преимущества визуализации, как способа представления обучающего материала?

1. Улучшение понимания. Визуализация ситуационных задач по химии может помочь студентам лучше понять сложные концепции и процессы, которые могут быть трудно представить в уме. Визуальные изображения могут помочь увидеть связи между различными элементами и понять, как они взаимодействуют друг с другом.

2. Улучшение запоминания. Визуализация может помочь студентам запомнить информацию лучше, чем простое чтение или слушание. Исследования показывают, что визуальные образы могут быть легче запомнены и вызывать более сильные ассоциации, что помогает удерживать информацию в памяти на долгое время.

3. Уменьшенное затрачиваемое на изучение сложных концепций. Вместо того, чтобы читать длинные тексты или слушать длинные лекции, студенты могут использовать визуализацию, чтобы быстро понять основные идеи и взаимосвязи.

4. Повышение интереса. Визуализация может сделать изучение химии более интересным и увлекательным. Учащиеся смогут видеть, как химические процессы происходят в реальном времени и как они могут быть применены на практике. Это может помочь учащимся лучше понять, почему химия важна и как она может быть применена в реальной жизни.

Экспериментальная часть

Нами был проведен констатирующий эксперимент с целью выявить состояние практики обучения учащихся решать задачи с нестандартным условием (ситуационные задачи), обладающие высоким уровнем метапредметности (Жулькова, 2013).

Гипотеза эксперимента: учащиеся средней школы испытывают трудности при решении нетрадиционных химических задач повышенного и высокого уровня сложности (ситуационных), требующих применения комплекса знаний и умений, реализующих и развивающих метапредметные умения.

Задачи эксперимента:

1. Установить уровень умения учащихся средней школы решать задачи с нестандартным условием (ситуационные задачи).
2. Провести анкетирование среди учеников об отношении к химическим задачам, связи школьных знаний и реальной жизни.
3. Выявить начальный уровень развития познавательных универсально-учебных действий
4. Установить (при наличии) связь между высоким уровнем сформированности познавательных УУД и умением решать ситуативные задачи.
5. Включить значительный объем ситуативных задач в обучение химии в течении одной четверти в 9 классах и выявить динамику в уровне умения решать ситуативные задачи и уровне развития познавательных УУД.

На **констатирующем этапе** опытно-экспериментальной работы были определены первоначальные уровни успешности старшеклассников в работе с ситуационными задачами, сформированности у них информационной компетентности и коммуникативных универсальных учебных действий.

В соответствии с поставленными задачами эксперимент состоял из трех частей: определение уровня учащихся решать ситуационные задачи, анкетирование школьников до и после выполнения заданий, определение уровня сформированной общеучебных умений, определения уровня сформированной УУД.

В качестве аудитории исследования были выбраны учащиеся четырёх 9 классов школы №26. Общее число учеников 90 человек.

Было проведено анкетирования среди учеников об отношении к химическим задачам, связи школьных знаний и реальной жизни.

Результаты анкетирования

25 % учеников, заявили, что знания из уроков химии, помогают им в реальной жизни, 15% опрошенных считают, что полученные ими знания они могут использовать, но только в редких случаях. Оставшиеся 50 %, не видят возможности применять полученные на уроках знания и отрицают их практическую пользу. По результатам анкеты, отношение к задачам на уроках химии у учеников представлено следующим образом: у 35% учеников они не вызывают интереса, 10% не видят в решении задач смысла, 45% интересны задачи только по определенным темам курса. 25 % процентов, опрошенных не видят отражения реальных проблем в задах по химии, 20% согласны, что в задачи по химии отражают реальные проблемы, 55% ребят полагают, что такая связь встречается редко (Егорова, 2020).

Участникам для решения были предложены ситуационные задачи, соответствующие уже пройденным темам 8-9 классов. Ситуационные задачи были созданы, опираясь на существующие задания и представляли собой нестандартные жизненные ситуации, требующие применения знаний химии в реальной жизни.

Примеры используемых ситуационных задач:

1. Садовод Геннадий при посадке клубники решил её подкормить удобрением. В магазине ему посоветовали именно азотные удобрения для подкормки и принесли 5 разных видов удобрений, которые отличаются составом. Используя интерактивную инфографику выберите, какое из удобрений является более подходящим для выбора садоводом. Считать цену за удобрения равной для каждого. Исходя из представленных данных определите химические формулы удобрений. Для задачи использовалась анимированная инфографика, созданная с помощью электронного софта infogram.com. С тем как работает анимация в созданной инфографике можно познакомиться, перейдя по ссылке <https://infogram.com/untitled-1hdw2jpdnl5mj2l?live>.

Содержание основных химических элементов в веществах
их состава удобрений

< Аммофос >

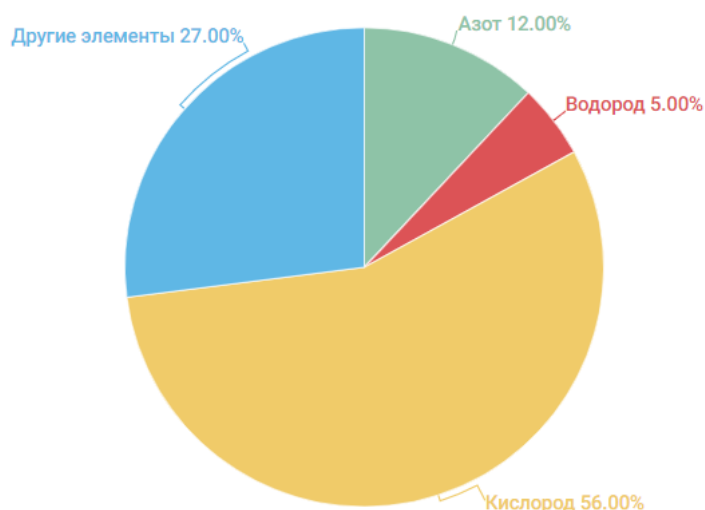


Рисунок 1. Используемые задачи

Участникам было необходимо проявить умения как в предметной области, так и метапредметной, представленной на разных уровнях взаимодействия с информацией.

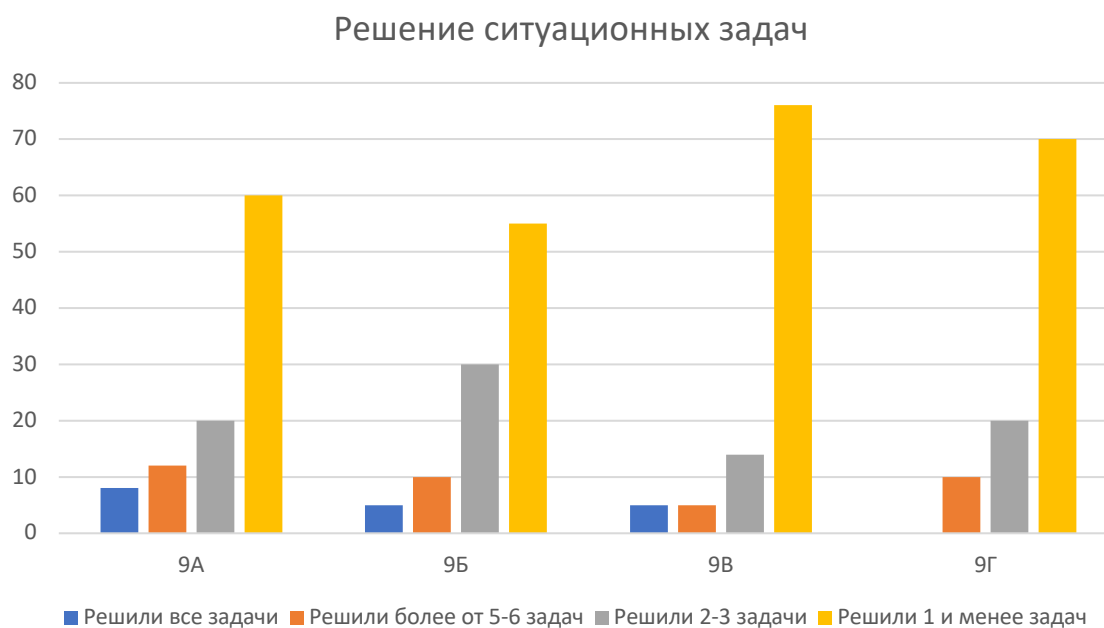


Рисунок 2. Решение ситуационных задач

По результатам эксперимента выявлен, низкий процент учащихся, которые смогли решить большую часть задач.

Перед решением задач, у учеников исследуемых классов был измерен уровень развития познавательных ууд. Для этого была использована методика «Групповой интеллектуальный тест» Дж. Ваны в адаптации М.К. Акимовой, Е.М. Борисовой и Г.П. Логиновой позволяющая оценить степень развития у школьников регулятивных УУД.

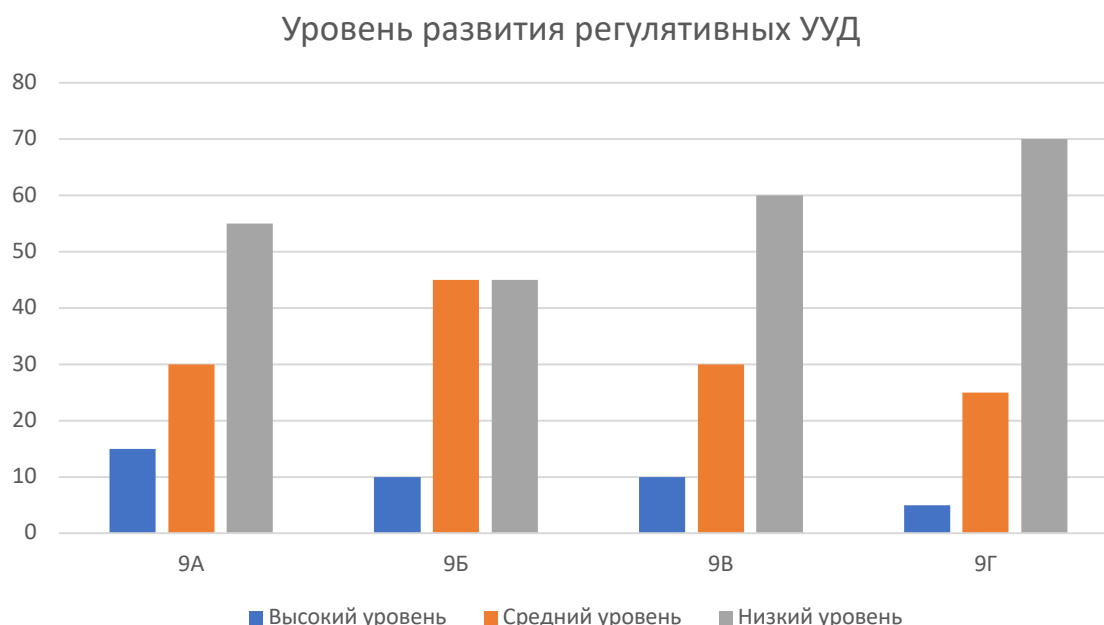


Рисунок 3. Уровень развития регулятивных УУД

При детальном анализе работ учащихся, была выявлена корреляция между высоким уровнем развития УУД и высоким уровнем решения ситуационных задач у учащихся 9 классов.

Те ученики, кто смог решить от 5 задач и более, все имели высокий уровень развития регулятивных УУД.

Творческие задания, которые были представлены ситуационными задачами, развивают у учеников самостоятельность в поиске и анализе различной информации, что способствует представлению собственных идей в процессе обучения. В ходе анализа учебных и методических материалов по обучению химии в средней школе, мы пришли к выводу, что в учебной литературе по школьной химии, авторы не уделяют должного внимания ситуационным задачам, которые способствуют развитию самостоятельности, оценке и регулированию своей деятельности. Кроме того, разработанные задачи, которые всё-таки встречаются в учебниках, являются одинаковыми по уровню сложности. К сожалению, в одном классе могут находиться ученики, с разным уровнем развития познавательных и регулятивных способностей и умений, поэтому мы решили разработать дополнительные ситуационные и контекстные задачи, различающиеся по уровням сложности, что позволит более глубоко развивать регулятивные учебные действия (Поташник, 2014).

В течении учебной четверти в 9 классах, все уроки химии были проведены с включением ситуационных задач. 9 А был использован как контрольная группа.

После проведения четверти обучения с включением ситуативных задач в уроки химии в 9 классах ребятам было предложено еще раз пройти анкету. Результаты анкеты отражали другие данные:

65 % заявили, что знания из уроков химии, помогают им в реальной жизни, 35% опрошенных считают, что полученные ими знания они могут использовать, но только в редких случаях. По результатам анкеты, отношение к задачам на уроках химии у учеников представлено следующим образом: у 80% учеников они вызывают интерес, 20% интересны задачи только по определенным темам

курса. После внедрения ситуационных задач, 85 % опрошенных согласны, что ситуационные задачи по химии связаны с жизнью и практикой. 85 % учеников ответили, что ситуационные задачи сложнее, чем те, которые решаются обычно на уроках. (Федоров, 2023)

В конце четверти с использованием ситуативных задач, был проведен еще один замер регулятивных УУД

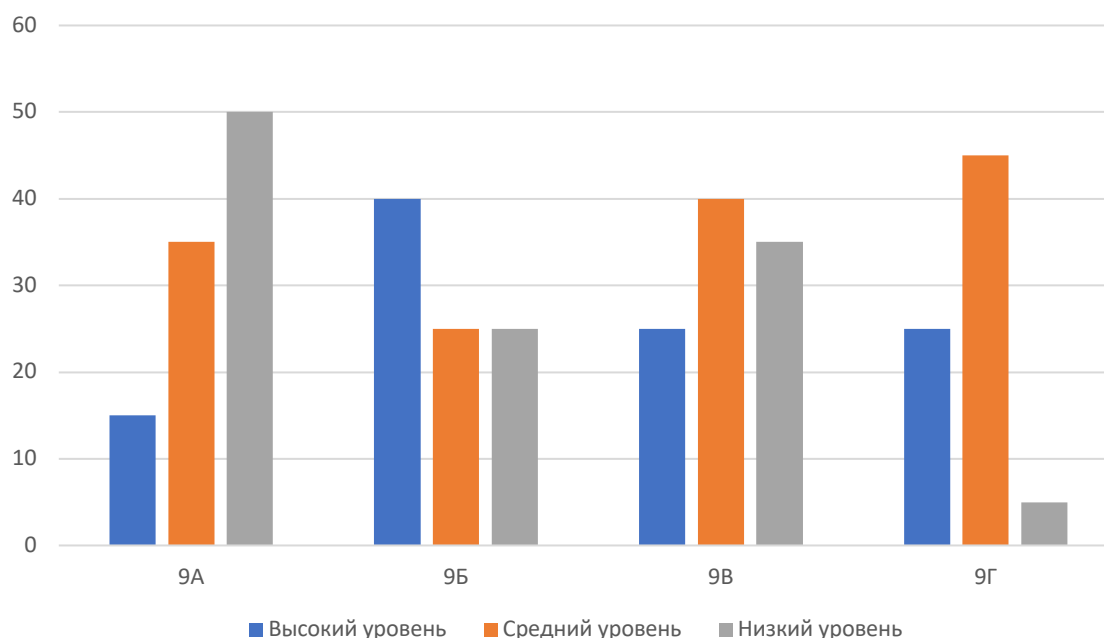


Рисунок 4. Замер регулятивных УУД

В ходе анализа полученных данных, выявлен рост количество учащихся с высоким и средним уровнем развития регулятивных УУД, после внедрения ситуативных задач в процесс обучения химии.

Заключение

Результаты исследования развития универсальных учебных действий (УУД) после применения ситуационных задач показали положительные изменения в навыках и компетенциях учащихся. Во-первых, использование ситуационных задач способствовало развитию критического мышления у учащихся. Они научились анализировать сложные ситуации, выделять главные аспекты проблемы, оценивать различные альтернативы и принимать обоснованные решения. Во-вторых, ситуационные задачи способствовали развитию коммуникативных навыков учащихся (Антонов, 2011). Они научились эффективно выражать свои мысли и идеи, слушать и учитывать точку зрения других людей, аргументировать свои решения и убеждать других в их правильности. В-третьих, использование ситуационных задач способствовало развитию само регуляции и самооценки учащихся. Они научились осознавать свои сильные и слабые стороны, устанавливать цели и планировать свои действия, контролировать свой прогресс и оценивать свои достижения.

Таким образом, исследование показало, что применение ситуационных задач способствует развитию универсальных учебных действий учащихся. Это подтверждает эффективность данного метода обучения и его значимость для развития ключевых регулятивных УУД учащихся.

Список литературы

1. Антонов А.А., Дроздов А.А., Кузьменко Н.Е. Метапредметное и межпредметное в современной школе на примере изучения химии // Известия ПГУ им. В.Г. Белинского. 2011. №25. С. 6.
2. Брыксина О.Ф. Дидактический потенциал инфографики: о полифункциональности в образовании // Поволжский педагогический вестник. 2020. №2 (27). С. 85-92.

3. Григорьева Н.В. Инфографика как способ визуализации учебной информации // Научный компонент. 2019. №3 (3) С. 152-156.
4. Егорова К.Е., Наумова А.Н. Пути и условия разработки и использования ситуационных заданий как средство достижения запланированных результатов в обучении химии (на примере классов гуманитарного профиля) // Педагогика. Психология. Философия. 2020. №3. С. 10.
5. Желтухина М.Р., Донскова Л.А. Инфографика как технология визуализации образовательного контента // Проблемы современного педагогического образования. 2022. №76-3. С. 91-93.
6. Жулькова Н.В. Ситуационные задачи по химии как средство формирования универсальных учебных действий, обучающихся // Актуальные проблемы химического образования в средней и высшей школе: сборник научных статей. Редкол: А.П. Солодков. Витебск: ВГУ имени П.А. Машерова, 2013. С. 52-53.
7. Жулькова Н.В., Чернобельская Г.М. Организация учебной деятельности учащихся по химии при разработке и решении ситуационных задач // Обучение и воспитание: методики и практика 2012-2013 учебного года: материалы VI Международной научно-практической конференции под общ. ред. С.С. Чернова. Новосибирск: Издательство ЦРИС, 2013. С.91-96.
8. Манько Н.Н. Когнитивная визуализация дидактических объектов в активизации учебной деятельности // Известия АлтГУ. 2009. №2. С. 22-28.
9. Поташник М.М., Левит М.В. Предметные, метапредметные и личностные результаты, оценка невозможного // Народное образование. 2014. №8 (1441). С. 10.
10. Пустовалова В.В. Инфографика как средство визуализации учебной информации // Современное педагогическое образование. 2020. №4. С. 222-228.
11. Федоров Ю.В. Инфографика как средство проектирования ситуационных задач в обучении химии. Актуальные проблемы химического и экологического образования, Верховский 150: материалы 68-й Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Под науч. ред. Ю.Ю. Гавронской. Санкт-Петербург: Издательство РГПУ им. А.И. Герцена, 2023. 252 с.
12. Фролова М.А. История возникновения и развития инфографики // Вестник ПГГПУ. Информационные компьютерные технологии в образовании. 2014. вып. 10. С. 135-145.

Forms and means of designing situational tasks for the development of regulatory universal educational actions of secondary school students in distance learning chemistry

Yuri V. Fedorov

graduate student

A.I. Herzen Russian State Pedagogical University

Saint Petersburg, Russia

big.yugan@mail.ru

 0000-0000-0000-0000

Received 18.08.2023

Accepted 14.09.2023

Published 15.10.2023

 10.25726/c2298-1477-3178-q

Abstract

The article is devoted to the actual problem of designing situational tasks for the development of regulatory universal educational actions of secondary school students in the conditions of distance learning in chemistry. The authors consider various forms and means of creating such tasks, focusing on their effectiveness

in the context of online education. The main attention is paid to methods of stimulating independent work of students, the development of their critical thinking and problem-solving skills. The article contains practical recommendations for teachers on creating and implementing situational tasks in the distance learning process, and also offers tools for evaluating the effectiveness of these techniques. The research contributes to improving the quality of distance learning in chemistry and the formation of students' skills of self-regulation and adaptation to difficult learning situations. The authors also analyze the pedagogical and psychological aspects of the application of situational tasks, emphasizing their role in the formation of motivation to study chemistry and activation of cognitive activity of students. The results of an empirical study demonstrating the positive impact of situational tasks on the level of material assimilation and the development of regulatory universal learning activities in a distance format are presented. In conclusion, the article formulates the prospects for further research in this area, as well as possible directions for improving the methods of designing and implementing situational tasks in the educational process. The article will be useful for teachers, methodologists, as well as anyone interested in modern pedagogy and distance learning.

Keywords

Social progress, distance learning, mentors, information environment, personality.

References

- 1 Antonov A.A., Drozdov A.A., Kuz'menko N.E. Metapredmetnoe i mezhpredmetnoe v sovremennoj shkole na primere izucheniya himii // Izvestiya PGU im. V.G. Belinskogo. 2011. №25. S. 6.
- 2 Bryksina O.F. Didakticheskij potencial infografiki: o polifunkcional'nosti v obrazovanii // Povolzhskij pedagogicheskij vestnik. 2020. №2 (27). S. 85-92.
- 3 Grigor'eva N.V. Infografika kak sposob vizualizacii uchebnoj informacii // Nauchnyj komponent. 2019. №3 (3) S. 152-156.
- 4 Egorova K.E., Naumova A.N. Puti i usloviya razrabotki i ispol'zovaniya situacionnyh zadaniy kak sredstvo dostizheniya zaplanirovannyh rezul'tatov v obuchenii himii (na primere klassov gumanitarnogo profilya) // Pedagogika. Psihologiya. Filosofiya. 2020. №3. S. 10.
- 5 Zheltuhina M.R., Donskova L.A. Infografika kak tekhnologiya vizualizacii obrazovatel'nogo kontenta // Problemy sovremennogo pedagogicheskogo obrazovaniya. 2022. №76-3. S. 91-93.
- 6 Zhul'kova N.V. Situacionnye zadachi po himii kak sredstvo formirovaniya universal'nyh uchebnyh dejstvij, obuchayushchihsya // Aktual'nye problemy himicheskogo obrazovaniya v srednej i vyshej shkole: sbornik nauchnyh statej. Redkol: A.P. Solodkov. Vitebsk: VGU imeni P.A. Masherova, 2013. S. 52-53.
- 7 Zhul'kova N.V., CHernobel'skaya G.M. Organizaciya uchebnoj deyatel'nosti uchashchihsya po himii pri razrabotke i reshenii situacionnyh zadach // Obuchenie i vospitanie: metodiki i praktika 2012-2013 uchebnogo goda: materialy VI Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii pod obshch. red. S.S. CHernova. Novosibirsk: Izdatel'stvo CRIS, 2013. S.91-96.
- 8 Man'ko N.N. Kognitivnaya vizualizaciya didakticheskikh ob"ektov v aktivizacii uchebnoj deyatel'nosti // Izvestiya AltGU. 2009. №2. S. 22-28.
- 9 Potashnik M.M., Levit M.V. Predmetnye, metapredmetnye i lichnostnye rezul'taty, ocenka nevozmozhnogo // Narodnoe obrazovanie. 2014. №8 (1441). S. 10.
- 10 Pustovalova V.V. Infografika kak sredstvo vizualizacii uchebnoj informacii // Sovremennoe pedagogicheskoe obrazovanie. 2020. №4. S. 222-228.
- 11 Fedorov YU.V. Infografika kak sredstvo proektirovaniya situacionnyh zadach v obuchenii himii. Aktual'nye problemy himicheskogo i ekologicheskogo obrazovaniya, Verhovskij 150: materialy 68-j Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii s mezhdunarodnym uchastiem. Pod nauch. red. YU.YU. Gavronskoj. Sankt-Peterburg: Izdatel'stvo RGPU im. A.I. Gercena, 2023. 252 s.
- 12 Frolova M.A. Istoriya vzniknoveniya i razvitiya infografiki // Vestnik PGGPU. Informacionnye komp'yuternye tekhnologii v obrazovanii. 2014. vyp. 10. S. 135-145.