

DOI 10.54596/2958-0048-2024-4-90-99

УДК 371.315.7

МРНТИ 31.01.29

**ЭЛЕКТРОННЫЙ УЧЕБНИК КАК ИННОВАЦИОННЫЙ МЕТОД
ОБУЧЕНИЯ ХИМИИ: ВОЗМОЖНОСТИ И ВЫЗОВЫ****Отт А.В.^{1*}, Нурмуханбетова Н.Н.¹, Сергазина С.М.¹, Острецова И.Б.¹**^{1*}*Кокишетауский университет имени Ш. Уалиханова, Кокишетау, Казахстан***Автор для корреспонденции: a-ott@internet.ru***Аннотация**

Актуальность использования электронных учебников в образовательном процессе становится все более примечательной в период развивающихся цифровых технологий. Целью данной статьи является проведение теоретического обзора и анализа воздействия электронных учебников на эффективность образовательного процесса при изучении химии. В нашем исследовании проведен анализ эффективности использования электронных учебников в обучении химии на основе систематического обзора научных публикаций за период с 2019 по 2024 год. Рассмотрены электронные учебники на платформах Bilimland, Фоксфорд, ЯКласс и мобильного приложения Химия через сбор информации, сравнительный анализ электронных ресурсов и изучение отзывов пользователей. Анализ преимуществ электронных учебников показывает их значительное превосходство над традиционными печатными изданиями и важность интеграции электронных учебников в образовательную практику для современного обучения химии в Республике Казахстан. Электронные учебники предоставляют возможности для интерактивного обучения, обеспечивают быстрый доступ к актуальной и обновляемой информации и позволяют индивидуализировать учебный процесс, подстраивая материалы под уровень знаний и потребности каждого учащегося. Однако выявлены и вызовы, такие как доступность ИТ-технологий, обучение педагогических кадров и необходимость адаптации учебных материалов под цифровые образовательные платформы. Несмотря на эти вызовы, исследование приходит к выводу, что электронные учебники имеют потенциал улучшить образовательный процесс в области химии, предоставляя рекомендации для эффективного использования при изучении этой науки, способствуя повышению интереса учащихся и повышению уровня их академических результатов.

Ключевые слова: электронный учебник, цифровые образовательные ресурсы, химия, эффективность обучения, интерактивные методы обучения, ИТ-технологии, информационные технологии в образовании, цифровой контент.

**ЭЛЕКТРОНДЫҚ ОҚУЛЫҚ ХИМИЯНЫ ОҚЫТУДЫҢ ИННОВАЦИЯЛЫҚ
ӘДІСІ РЕТІНДЕ: МҮМКІНДІКТЕРІ МЕН МІНДЕТТЕРІ****Отт А.В.^{1*}, Нурмуханбетова Н.Н.¹, Сергазина С.М.¹, Острецова И.Б.¹**^{1*}*Ш. Уалиханов атындағы Көкішетау университеті, Көкішетау, Қазақстан***Хат-хабар үшін автор: a-ott@internet.ru***Андатпа**

Цифрлық технологиялардың дамып келе жатқан кезеңінде оқу үдерісінде электронды оқулықтарды қолданудың өзектілігі барған сайын назар аударуға тұрарлық. Бұл мақаланың мақсаты – химияны оқытудағы оқу үдерісінің тиімділігіне электронды оқулықтардың әсеріне теориялық шолу жасау және талдау. Біздің зерттеуімізде 2019-2024 жылдар аралығындағы ғылыми басылымдарға жүйелі шолу жасау негізінде химияны оқытуда электронды оқулықтарды қолданудың тиімділігі талданды. Bilimland, Фоксфорд, ЯКласс платформаларындағы электронды оқулықтар және Химия мобильді қосымшалары ақпарат жинау, салыстырмалы талдау және қолданушылардың пікірлерін талдау арқылы қаралды. Электрондық оқулықтардың артықшылықтарын талдау олардың дәстүрлі баспа басылымдарынан айтарлықтай артықшылығын және Қазақстан Республикасындағы химияны қазіргі заманғы оқыту үшін электрондық оқулықтарды білім беру тәжірибесіне енгізудің маңыздылығын көрсетеді. Электрондық оқулықтар интерактивті оқыту мүмкіндігін береді, өзекті және жаңартылған ақпаратқа жылдам қол

жеткізуді қамтамасыз етеді және әр оқушының білім деңгейіне және қажеттіліктеріне қарай материалдарды реттей отырып, оқу процесін даралауға мүмкіндік береді. Дегенмен, IT-технологиялардың қолжетімділігі, педагогикалық кадрларды даярлау және оқу материалдарын цифрлық білім беру платформаларына бейімдеу қажеттілігі сияқты қиындықтар да анықталды. Осы қиындықтарға қарамастан, зерттеу электронды оқулықтардың химия саласындағы білім беру процесін жақсартуға мүмкіндігі бар деген қорытындыға келеді, бұл ғылымды зерттеуде тиімді пайдалану үшін ұсыныстар беріп, оқушылардың қызығушылығын арттыруға және олардың академиялық нәтижелерін арттыруға ықпал етеді.

Кілт сөздер: электронды оқулық, цифрлық білім беру ресурстары, химия, оқытудың тиімділігі, интерактивті оқыту әдістері, IT-технологиялар, білім берудегі ақпараттық технологиялар, цифрлық контент.

E-TEXTBOOK AS AN INNOVATIVE METHOD OF TEACHING CHEMISTRY: OPPORTUNITIES AND CHALLENGES

Ott A.^{1*}, Nurmukhanbetova N.¹, Sergazina S.¹, Ostretsova I.¹

^{1*}*Kokshetau University named after Sh. Ualikhanov, Kokshetau, Kazakhstan*

**Corresponding author: a-ott@internet.ru*

Abstract

The relevance of using e-textbooks in the educational process is becoming more and more remarkable in the period of developing digital technologies. The purpose of this article is to conduct a theoretical review and analysis of the impact of e-textbooks on the effectiveness of the educational process in the study of chemistry. Our study analyzes the effectiveness of using e-textbooks in teaching chemistry based on a systematic review of scientific publications for the period from 2019 to 2024. E-textbooks on Bilimland, Foxford, Yaklass platforms and the Chemistry mobile application are considered through the collection of information, comparative analysis of electronic resources and the study of user reviews. The analysis of the advantages of e-textbooks shows their significant superiority over traditional printed publications and the importance of integrating e-textbooks into educational practice for modern chemistry education in Kazakhstan. E-textbooks enable interactive learning, quick access to updated information, and allow for individualized learning by tailoring materials to each student's knowledge level and needs. Challenges such as access to IT technologies, teacher training, and adapting materials to digital platforms were identified. Despite these, the study concludes that e-textbooks can enhance chemistry education by improving learning, student interest, and performance.

Keywords: e-textbook, digital educational resources, chemistry, learning efficiency, interactive teaching methods, IT technologies, information technologies in education, digital content.

Введение

Мы живем в стремительно развивающемся современном мире, где IT-технологии интенсивно прогрессируют и вносят изменения в нашу жизнь, соответственно, образование играет ключевую роль в подготовке молодого поколения к вызовам будущего. Именно поэтому в нашей стране принята государственная программа «Цифровой Казахстан», в рамках которой, и взят курс на модернизацию образовательной системы, внедрение инновационных методов обучения и создание условий для развития цифровой грамотности среди учащихся. Одним из основных аспектов этой модернизации является использование электронных учебников в учебном процессе.

В своем послании к народу Казахстана, Президент Касым-Жомарт Токаев выделяет приоритеты в развитии образования, в том числе и внедрение современных IT-технологий в учебный процесс. По его словам, цифровизация образования необходима для обеспечения качественного обучения и подготовки кадрового потенциала страны к потребностям будущего рынка труда [1].

Цифровизация в образовании включает в себя автоматизацию управленческих процессов, повышение цифровой грамотности как у педагогов, так и учащихся,

расширение возможностей электронного обучения (e-learning) и развитие цифрового образовательного контента. В мировом педагогическом сообществе активно обсуждается роль цифрового контента как ключевого фактора в современном образовании, способного значительно повлиять на качество обучения, улучшить жизнь учащихся и способствовать профессиональному росту педагогов.

В настоящее время образовательная система в Республике Казахстан находится на этапе активной цифровизации учебного процесса, ориентированной на достижение высоких стандартов качества образования и подготовку конкурентоспособных кадров. В рамках стратегических целей модернизации образования, Министерство науки и высшего образования и Министерство просвещения Республики Казахстан активно внедряют программы по развитию цифровых технологий в учебном процессе. Это включает в себя внедрение электронных учебников, использование онлайн-платформ для обучения, цифровизацию учебных материалов и другие инновационные подходы.

Целью исследования было проанализировать опыт использования цифрового образовательного контента в области химии за рубежом и в Казахстане, также представить видение перспектив его развития в нашей стране.

Методы исследования

Для анализа эффективности использования электронных учебников в образовательном процессе при изучении химии был применен метод систематического обзора научных публикаций в базе данных Google Scholar, Scopus и Web of Science за период с 2019 по 2024 год. Теоритический обзор источников осуществлялся в несколько этапов: определение целей исследования, разработка стратегии поиска, отбор актуальных научных статей, анализ и синтез полученных данных. В качестве ключевых запросов использовались термины "электронные учебники в изучении химии" и "цифровизация образования". Анализировались статьи, касающиеся преимуществ и недостатков использования электронных учебников, а также их влияния на эффективность образовательного процесса в контексте изучения химии.

В данном исследовании были рассмотрены электронные учебники по химии на трех популярных образовательных платформах: *Bilimland*, *Фоксфорд*, *ЯКласс* и мобильного приложения *Химия*. Анализ был проведен в три этапа:

1. Сбор информации. Рассмотрена детальная аналитика материалов, доступных на каждой из платформ, включая курсы, учебники, видеоуроки, тесты и другие обучающие ресурсы по химии.

2. Сравнительный анализ. Проведен детальный сравнительный анализ характеристик каждой из платформ, включая разнообразие курсов, интерактивные ресурсы, адаптивность, мобильную совместимость, актуальность обновлений, язык обучения, наличие платного контента, особенности изложения информации в учебниках и разнообразие заданий.

3. Анализ отзывов пользователей. Проведен анализ отзывов и рейтингов пользователей о каждой из платформ, с целью оценить их удовлетворенность и предпочтения при использовании электронных учебников по химии.

Также для полноты анализа и учета стратегических целей и перспектив в сфере образования, в рамках исследования влияния электронных учебников на эффективность образовательного процесса при изучении химии также были рассмотрены послания Президента Касым-Жомарта Токаева и отчеты Министерства науки и высшего образования и Министерства просвещения Республики Казахстан. Эти данные обеспечивают базу для понимания приоритетов в образовательной политике страны и

помогают выявить актуальные вызовы и задачи, стоящие перед системой образования. Их рассмотрение дополняет и обогащает анализ влияния электронных учебников, позволяя учитывать национальные стратегии развития образования и их соответствие современным тенденциям в использовании технологий в обучении.

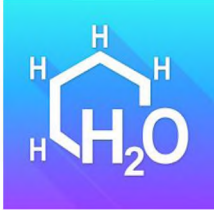
Результаты и обсуждение

На сегодняшний день среди учеников и студентов особой популярностью пользуются цифровые образовательные ресурсы такие как: Chemnet, Фоксфорд, ЯКласс, мобильное приложение Химия, Multiurok.ru, HimHelp.ru, ChemSpider, Moodle, Google Classroom; для виртуальных лабораторных работ: ProgramLab, BEAKER, Chemagic, VirtuLab, Unreal Chemist - Chemistry Lab, Chemist, которые дают возможность проводить опыты с отсутствием реактивов, исключая использование опасных и вредных для здоровья веществ. Также есть возможность моделировать и расширять лабораторные работы, выполняя их вне аудитории, тем самым расширяя и закрепляя знания обучающихся. В частности, в казахстанских школах активно используются электронные ресурсы: Kundelik.kz, bilimland.kz, ekitap.kz, onlinemektep.kz.

Электронные учебники способны предоставить более широкий и обновленный обзор информации по химии, чем традиционные учебники, что позволит учащимся более полно охватить материал, который может встретиться на Едином национальном тестировании (ЕНТ).

Учитывая стремительное развитие цифровых технологий и их постоянное улучшение, был проведен сравнительный анализ содержания, интерактивности, доступности и актуальности электронных учебных материалов, предоставленный в таблице 1. Были рассмотрены возможности наиболее популярных на сегодняшний день электронных учебников по химии на базе онлайн-платформ *Bilimland* (*bilimland.kz*), *Фоксфорд* (*foxford.ru*), *ЯКласс* (*yaklass.ru*) и мобильного приложения *Химия*. Проведенный анализ оценок и отзывов пользователей показывает, насколько пользователи высоко оценивают доступность онлайн-контента, широкий выбор курсов и удобство использования электронных образовательных ресурсов. Интерактивные методы обучения, такие как видеоуроки, тесты и анимации, получили высокие оценки, поскольку они помогают лучше понимать и запоминать материалы.

Таблица 1. Сравнительная таблица возможностей электронных учебников и приложения по химии

Название	Bilimland	Фоксфорд	Якласс	Химия
Иконка				
Описание	Образовательная онлайн-платформа, предоставляющая обучающие ресурсы и курсы по различным предметам, ориентирована на обучение с	Образовательная онлайн-платформа представляет собой multifunctional образовательную платформу и систему управления обучением с собственной уникальной системой	Образовательная онлайн-платформа, способная генерировать огромное количество задач по любой заданной теме, то есть представляет собой	Мобильное приложение, позволяющее находить химические реакции и решать химические уравнения. Включает в себя периодическую

	использованием современных технологий и методов, чтобы сделать процесс обучения более интересным, доступным и эффективным.	индивидуального подбора заданий на основе технологий искусственного интеллекта.	тренажёр с бесконечным числом вариантов.	систему химических элементов Д.И. Менделеева, таблицу растворимости, калькулятор молекулярных масс
Содержание	Материалы по химии для 7-11 классов, утверждены МОН РК.	Материалы химии для 7-11 классов, рекомендованы Рособразованием	Материалы химии для 7-11 классов, соответствуют ФГОС	Таблица Д.И. Менделеева, таблица, растворимости, основные химические понятия
Интерактивные ресурсы	Видеоуроки, тесты, задания, анимации, виртуальная лаборатория	Интерактивные задания, видеоуроки, анимации, демонстрации, теоритический материал	Видеоуроки, тесты, интерактивные задания, теоритический материал	Изучение химических элементов, химических реакций, поиск формул, калькулятор молярных масс
Актуальность и обновления	Регулярное обновление материалов согласно образовательным стандартам	Обновления с учетом последних научных открытий	Обновления согласно образовательным стандартам	Обновления с учетом последних научных открытий

В рейтинге Bilimland учителя отмечают, что электронные учебники на Bilimland предоставляют обширный материал по органической химии с интерактивными моделями молекул и адаптивными заданиями, что способствует лучшему усвоению материала учениками. Ученики также отмечают, что интерактивные диаграммы и тесты помогают им лучше понять основные концепции. Качество обучающего контента и удобство использования платформы высоко оценивается. Однако некоторые отзывы также указывают на нестабильную работу приложения, встречающиеся ошибки в тексте и ограниченный доступ к некоторым курсам.

Также следует отметить, что на базе онлайн-платформы Bilimland разработан виртуальный тренажер для подготовки к ЕНТ – iTest, который обладает уникальной базой вопросов, которая регулярно обновляется и на данный момент состоит из более 16 тысяч вопросов, с мгновенным результатом и рекомендациями (работа над ошибками). Также имеются конспекты по основным темам химии, которые можно изучить до или после пробного тестирования.

В 2019 году в рамках Bilimland был успешно проведен Республиканский конкурс "iTest: лучший результат" для учащихся 10-11 классов, участники, достигшие высоких результатов и вошедшие в ТОП-100, получили ценные призы, что стало приятным бонусом для всех участников и подтвердило эффективное влияние использования электронных учебников для запоминания материала.

Пользователи Фоксфорд отмечают подготовку к экзаменам и качество учебного материала по химии. Они высоко оценивают систематический подход к обучению, актуальность материалов и доступность контента, но некоторые отзывы указывают на

ограниченный доступ к бесплатным материалам и не всегда интуитивно понятный интерфейс.

Пользователи ЯКласса высоко оценивают качество учебного контента и удобство использования платформы. Они отмечают доступность материалов и возможность обучения в любое время и в любом месте. Некоторые отзывы также подчеркивают интересные задания и тесты, которые помогают лучше усваивать материал.

Также рассмотрены возможности использования электронных учебников и мобильного приложения Химия для решения химических задач, на основании которых предлагается следующий алгоритм:

- 1) прочитать задачу, записать данные исходя из ее условий;
- 2) открыть приложение мобильное приложение «Химия», затем открыть раздел «Реакции», где предоставляется большое количество химических уравнений посредством поиска по химическим формулам. В электронном учебнике химии Bilimland (также можно использовать Фоксфорд и ЯКласс), нужно найти раздел «Расчеты по химическим уравнениям», здесь необходимо изучить учебный материал;
- 3) выписать уравнение химической реакции, расчетные формулы;
- 4) открыть приложение «Химия», в разделе «Таблица», можно найти элемент, который дается в условиях задачи, нажав на ячейку, где он находится, можно получить все необходимые энциклопедические данные для решения задачи; Также можно воспользоваться Таблицей растворимости химических элементов; в разделе «Молярная масса» рассчитать молярную массу химических элементов.
- 5) исходя из полученной информации, решить задачу.

В процессе решения задачи обучающийся может воспользоваться двумя мобильными образовательными приложениями, что не только способствует развитию его знаний и навыков в определенной области, но также обогащает его опыт обучения через широкий спектр взаимодействия с различными образовательными ресурсами.

Также особенно отмечается эффективность применения электронных учебников/ресурсов, которые имеют оценочно-результативный компонент в формате тестирования, благодаря которому школьники могут проверить и закрепить свои знания по конкретной теме, что помогает им лучше подготовиться к сдаче ЕНТ. Анализ тестовых заданий ЕНТ по химии показал, что около 53% вопросов относятся к курсу органической химии. Исходя из того, что по учебной программе в нашей стране выделяется больше времени изучению общей и неорганической химии, чем органической, многие выпускники сталкиваются с трудностями при сдаче ЕНТ. Именно поэтому электронные учебники могут оказывать значительную поддержку в закреплении необходимых знаний. Регулярное тестирование через электронные онлайн ресурсы обеспечивает систематическую оценку степени усвоения учебного материала. В ходе тестирования учащиеся имеют возможность оценить свой текущий уровень знаний и выявить области, требующие дополнительного изучения. Кроме того, оно стимулирует активное воспроизведение информации, что способствует укреплению запоминания материала.

Изучение возможностей и результативного применения интерактивных и инновационных моделей электронных учебников и ресурсов за рубежом может предоставить ценные наработки для возможного внедрения в систему образования Казахстана. Например, исследование, проведенное учеными в Чили, по оценке эффективности электронных учебников в химическом образовании. Авторы исследовали курс по вычислительной химии для преподавателей, применяя методы

анализа данных для улучшения электронных образовательных ресурсов. Исследование показало, как анализ образовательных данных может способствовать совершенствованию электронных образовательных курсов, делая их более эффективными для подготовки преподавателей в области вычислительной химии [2, 3].

Эксперимент, проведенный в Южной Корее, ярко демонстрирует, как цифровые учебники могут стать ключевым элементом в повышении качества обучения. В рамках исследования, охватившего 690 учащихся средних школ на протяжении трех лет, ученые изучили, как восприятие полезности и предпочтение цифровых учебников влияют на результативность обучения. Результаты оказались впечатляющими: учащиеся, которые активно использовали электронные учебники и считали их полезными, показали значительно лучшие академические результаты. Электронные учебники оказались не только более гибкими и адаптивными, но и предоставляли новые возможности для создания интерактивного и увлекательного учебного контента [4,5]. Использование передовых технологий, таких как виртуальная и дополненная реальность, помогает удерживать интерес учащихся и способствует более глубокому усвоению учебного материала. Эти инновационные подходы не только делают процесс обучения более интересным, но и значительно повышают его эффективность [6]. Кроме того, ученые подчеркивают важность использования данных и аналитики для совершенствования учебных материалов и методов преподавания. Сбор и анализ данных об успеваемости учащихся позволяют создавать персонализированные образовательные программы, учитывающие индивидуальные особенности каждого обучающегося [7].

Тем не менее, несмотря на положительные результаты исследований, отзывы и стремительное развитие цифровизации образования, стоит признать, что электронные учебники все еще сталкиваются с рядом вызовов в нашей стране. Проблемы с доступом к интернету, отсутствие технической поддержки, ограниченный доступ к некоторым курсам и недостаточная поддержка педагогов в использовании электронных ресурсов требуют внимания и разработки соответствующих стратегий. На сегодняшний день, исследование показало, что электронный учебник рассматривается как дополнительный инструмент, чем как замена традиционным методам обучения, а его эффективность зависит от практичности и простоты использования.

В целом, несмотря на вызовы, с которыми сталкиваются электронные учебники, последние данные свидетельствуют о стремительном развитии цифровизации образования в Республике Казахстан. Согласно данным последних отчетов Министерства просвещения РК, была проведена комплексная работа по повышению качества интернета в казахстанских школах. Если в начале 2023 года требованиям соответствовали только 19% школ, то на сегодняшний день скорость интернета увеличили в 65% школах страны. Доля школ, в которых активно используются электронные учебники, постоянно увеличивается. Около 80% школьных учебников переведены в электронный формат, в 2024 году планируется охватить 100% дисциплин [8]. Согласно предоставленным данным, можно отметить значительную динамику прогресса в сфере цифровизации образования в Республике Казахстан.

На основании проведенного анализа возможностей и вызовов электронного учебника, предлагается алгоритм для его эффективного использования при изучении химии:

1) Обучение педагогических кадров. Разработка специальных программ и тренингов для преподавателей по эффективному использованию электронных учебников в учебном процессе [9];

2) Техническая поддержка. Обеспечение школ и учебных заведений квалифицированным техническим персоналом или доступом к технической поддержке для решения проблем с доступом к интернету, обновлением программного обеспечения и обслуживанием оборудования [10];

3) Развитие интерактивных ресурсов. Инвестирование в разработку и обновление интерактивных ресурсов, таких как виртуальные эксперименты, интерактивные модели и анимации, для лучшего понимания структуры атомов, молекул и химических реакций;

4) Адаптация контента под потребности. Разработка учебных материалов с учетом специфики обучения химии, включая широкий спектр тем как в органической, так и неорганической химии [11];

5) Оценка и анализ результатов: Проведение регулярной оценки эффективности использования электронных учебников среди учащихся и преподавателей. Анализ отзывов, успеваемости и результатов тестирования и ЕНТ для постоянного улучшения образовательного процесса.

Заключение

Электронные учебники являются неотъемлемой частью современного образовательного процесса и играют важную роль в повышении его эффективности. Основываясь на успешных моделях интерактивных и инновационных моделях электронных учебников можно утверждать, что они имеют потенциал значительно улучшить качество образования. Визуализация химических процессов, интерактивные задания и доступ к актуальной информации для подготовки к экзаменам выделяются как ключевые возможности электронных учебников, это позволяет обучающимся наглядно представлять сложные концепции и визуализировать абстрактные понятия, что значительно способствует их пониманию и запоминанию. Интерактивные задания стимулируют активное участие обучающихся в учебном процессе, позволяя им проверять свои знания на практике и моментально получать обратную связь.

Таким образом, электронные учебники представляют собой инновационный метод обучения химии, который при правильном подходе может значительно улучшить образовательный процесс, делая его более интерактивным, доступным и эффективным.

Мы надеемся, что в ближайшем будущем в Казахстане электронные учебники станут неотъемлемой частью образовательного процесса, обогащая опыт учащихся и предоставляя современные инструменты для эффективного обучения.

Литература:

1. Токаев К-Ж. Единство народа и системные реформы – прочная основа процветания страны/ Послание Главы государства Касым-Жомарта Токаева народу Казахстана. – 2021. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.akorda.kz/ru/poslanie-glavy-gosudarstva-kasym-zhomarta-tokaeva-narodu-kazahstana-183048>
2. Hernández-Ramos J. Educational Computational Chemistry for In-Service Chemistry Teachers: A Data Mining Approach to E-Learning Environment Redesign / J. Hernández-Ramos, L. Cáceres-Jensen, J. Rodríguez-Becerra // Education Sciences. - 2023. – No. 13. – P. 796. <https://www.mdpi.com/2227-7102/13/8/796>
3. Lim K. Sustainable Effect of the Usefulness of and Preference for Digital Textbooks on Perceived Achievements in Elementary Education Environments / K. Lim, J. Go, J. Kim, J. Son, Y. Jang, M-H. Joo // Sustainability. – 2022. – No. 14. - P. 6636. <https://www.mdpi.com/2071-1050/14/11/6636>
4. Волкова С.А. Влияние современных информационных средств на качество формирования экспериментальных умений школьников по химии/ С.А. Волкова, С.О. Пустовит // Современные технологии в российской системе образования: сборник статей VIII Всероссийской научно-практической конференции. - Пенза: РИО ПГСХА, 2010. - С. 31.

5. Iyamuremyel A., Mukizal J., Nsengimana T., Kampirel E., Sylvain H., Nsabayeze E. (2023). Knowledge construction in chemistry through web-based learning strategy: a synthesis of literature / A. Iyamuremyel, J. Mukizal, T. Nsengimana, E. Kampirel, H. Sylvain, E. Nsabayeze // *Education and Information Technologies*. – 2023. – No. 28. P. 5585–5604. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11369-x>
6. Андреева Н.Д. Электронное пособие как интерактивное средство обучения / Н.Д. Андреева, И.Ю. Азизова, Н.А. Степанова // Журнал «Биология в школе». – 2019. – № 1. – С. 48–49.
7. Звонарёва Е.А. Применение технологии критического мышления на уроках химии / Е.А. Звонарёва, М.И. Жукова, Н.И. Кочергина // *Инновационные процессы в химическом образовании в контексте современной образовательной политики: Всероссийский научно–практический практикум* – Челябинск, 2017.
8. Сайт Министерства просвещения Республики Казахстан/Скоростной интернет доведен в 65% казахстанских школ с начала года. – Режим доступа: <https://www.gov.kz/memleket/entities/edu/press/news/details/661557?directionId=3599&lang=ru>
9. Климов В.Г. Психолого–педагогические проблемы эффективности использования информационных и коммуникационных технологий обучения // СПО. – 2014. – № 6. – С. 14.
10. Соколовская О.А. Возможности мобильных образовательных приложений при изучении дисциплин предметной области «естествознание» // Вестник педагогических инноваций, № 1(53) // ФГБОУ ВО «НГПУ». – 2019. – С. 59-68.
11. Бакажанова А.К. Совершенствование химического образования: комплексная интеграция инновационных цифровых инструментов для будущих учителей химии / А.К. Бакажанова, А.Е. Сагимбаева, Р.А. Шоканов // *Bulletin the National academy of sciences of the Republic of Kazakhstan* // Алматы. – 2024. – С. 97-106. <https://doi.org/10.32014/2024.2518-1467.660>

References:

1. Tokaev, K-Zh. (2021) Edinstvo naroda i sistemnye reformy – prochnaya osnova процветания страны. *Poslanie Glavy gosudarstva Kasym-Zhomarta Tokaeva narodu Kazahstana*. [Electronic resource]. – Retrieved from: <https://www.akorda.kz/ru/poslanie-glavy-gosudarstva-kasym-zhomarta-tokaeva-narodu-kazahstana-183048> [in Russian].
2. Hernández-Ramos, J., Cáceres-Jensen, L. & Rodríguez-Becerra, J. (2023). Educational Computational Chemistry for In-Service Chemistry Teachers: A Data Mining Approach to E-Learning Environment Redesign. *Education Sciences*, 13, 796. Retrieved from <https://www.mdpi.com/2227-7102/13/8/796>
3. Lim, K., Go, J., Kim, J., Son, J., Jang, Y., Joo, M-H. (2022). Sustainable Effect of the Usefulness of and Preference for Digital Textbooks on Perceived Achievements in Elementary Education Environments. *Sustainability*, 14, 6636. Retrieved from <https://www.mdpi.com/2071-1050/14/11/6636>
4. Iyamuremyel A., Mukizal J., Nsengimana T., Kampirel E., Sylvain H. & Nsabayeze E. (2023). Knowledge construction in chemistry through web-based learning strategy: a synthesis of literature. *Education and Information Technologies*, 28, 5585–5604. Retrieved from <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11369-x>
5. Andreeva, N.D., Azizova, I.Yu. & Stepanova, N.A. (2019). Elektronnoe posobie kak interaktivnoe sredstvo obucheniya. *Zhurnal «Biologiya v shkole, No 1*, 48–49. [in Russian].
6. Volkova, S.A. & Pustovit, S.O. (2010). Vliyaniye sovremennykh informacionnykh sredstv na kachestvo formirovaniya eksperimental'nykh umeniy shkol'nikov po himii, *Sovremennye tekhnologii v rossijskoj sisteme obrazovaniya: sbornik statej VIII Vserossijskoj nauchno-prakticheskoj konferencii*. MNIC PGSKHA. Penza: RIO PGSKHA, 31.
7. Zvonaryova, E.A., Zhukova M.I. & Kochergina, N.I. (2017). Primeneniye tekhnologii kriticheskogo myshleniya na urokah himii. *Innovacionnye processy v himicheskom obrazovanii v kontekste sovremennoj obrazovatel'noj politiki: Vserossijskij nauchno–prakticheskij praktikum* – Chelyabinsk [in Russian].
8. Sajt Ministerstva prosveshcheniya Respubliki Kazahstan /Skorostnoj internet doveden v 65% kazahstanskix shkol s nachala goda. – Retrieved from: <https://www.gov.kz/memleket/entities/edu/press/news/details/661557?directionId=3599&lang=ru> [in Russian].
9. Klimov, V.G. (2014). *Psihologo–pedagogicheskie problemy effektivnosti ispol'zovaniya informacionnykh i kommunikacionnykh tekhnologij obucheniya, No 6, 14*, SPO [in Russian].
10. Sokolovskaya, O.A. (2019). Vozmozhnosti mobil'nykh obrazovatel'nykh prilozhenij pri izuchenii disciplin predmetnoj oblasti «estestvoznaniye». *Vestnik pedagogicheskix innovacij, № 1(53)* // ФГБОУ ВО «НГПУ», 59-68 [in Russian].

11. Bakazhanova, A.K., Sagimbaeva, A.E. & Shokanov, R.A. (2024). Sovershenstvovanie himicheskogo obrazovaniya: kompleksnaya integraciya innovacionnyh cifrovyyh instrumentov dlya budushchih uchitelej himii, *Bulletin the National academy of sciences of the Republic of Kazakhstan*, 97-106. Retrieved from <https://doi.org/10.32014/2024.2518-1467.660> [in Russian].

Information about the authors:

Ott A.V. - corresponding author, master's program student, Kokshetau University named after Sh. Ualikhanov, Kokshetau, Kazakhstan; e-mail: a-ott@internet.ru;

Nurmukhanbetova N.N. - Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor of the Department of Chemistry and Biotechnology, Kokshetau University named after Sh. Ualikhanov, Kokshetau, Kazakhstan; e-mail: university@shokan.edu.kz;

Sergazina S.M. - Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor of the Department of Chemistry and Biotechnology, Kokshetau University named after Sh. Ualikhanov, Kokshetau, Kazakhstan; e-mail: ssergazina@shokan.edu.kz;

Ostretsova I.B. - Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Chemistry and Biotechnology, Kokshetau University named after Sh. Ualikhanov, Kokshetau, Kazakhstan; e-mail: iostrecova@shokan.edu.kz.