

УДК 378.018.432  
МРНТИ 14.15.07  
DOI 10.37238/1680-0761.2021.84(4).32

<sup>1</sup>Жилмагамбетова Р.З.\*, <sup>2</sup>Мубаракوف А.М., <sup>3</sup>Алимагамбетова А.З.

<sup>1,2</sup>Евразийский национальный университет им.Л.Н.Гумилева,  
Нур-Султан, Казахстан

<sup>3</sup>Казахский университет экономики, финансов и международной торговли,  
Нур-Султан, Казахстан

\*Автор-корреспондент: ali\_raushan@mail.ru

E-mail: ali\_raushan@mail.ru, akan-mubarak@mail.ru, ainash\_777@mail.ru

## АДАПТИВНОЕ ПЕРСОНАЛИЗИРОВАННОЕ ОБУЧЕНИЕ МАТЕМАТИКЕ – ИННОВАЦИОННЫЙ МЕТОД ОНЛАЙН-ПРЕПОДАВАНИЯ В ШКОЛЕ

***Аннотация.** Статья посвящена построению адаптивной персонализированной обучающей системы математическим дисциплинам в средних образовательных учреждениях. Авторы обсуждают нелинейный подход к онлайн-обучению, который адаптируется к потребностям учащегося по мере продвижения по содержанию курса, что приводит к индивидуальному опыту обучаемого на основе предшествующих знаний. Рассматриваемая технология адаптивной обучающей системы обеспечивает устойчивое развитие школьников. Повышение мотивации к изучению дисциплины у учащихся рассматриваются как одна из наиболее важных причин исследуемой проблемы. По этой причине авторы исследуют программное обеспечение для разработки адаптивного персонализированного обучения Articulate Storyline как оптимальный мультифункциональный редактор, позволяющий создавать учебный и интерактивный контент: диалоговые тренажеры, тесты, викторины, аудио и видеопроигрыватели, симуляции и мини-игры.*

***Ключевые слова:** математическая грамотность; PISA-2018; адаптивная система обучения; персонализация; индивидуальная траектория; учебный контент; электронное обучение; симуляция; игровой контент; адаптивность.*

### Введение

В настоящее время наблюдается резкий спрос на профессии в области IT-технологий, нано-технологий, некоторых инженерных специальностей для решения задач инновационного характера [1]. Основой получения востребованных специальностей является математическое образование. Повышение качества в этой сфере требуют навыков математической грамотности, которые необходимо развивать в среднем образовании. Согласно исследованиям, математическая грамотность — это способность человека мыслить математически, формулировать, применять и интерпретировать математику для решения задач в разнообразных практических контекстах. Как известно, традиционные методы обучения давно подвергались справедливой критике, и творчески работающие учителя постоянно ищут новые, передовые методы обучения, а также пытаются усовершенствовать традиционные. Оптимизация деятельности учителя позволяет ему постоянно совершенствовать свое педагогическое мастерство, широко использовать новые формы обучения, такие как: программированное обучение, дистанционное обучение, адаптированное обучение.



Чтобы получить комплексную картину ситуации в отечественном образовании проанализируем результаты международного исследования математической грамотности 15-летних учащихся PISA-2018.



Рисунок 1 - Показатели баллов PISA в разбивке по годам

Показатели по исследованиям математической грамотности по Республике Казахстан оказались намного ниже стран ОЭСР и ниже по сравнению с результатами прошлых лет. За последние три года уровень грамотности снизился на 57 баллов. Результаты PISA показывают, что чем больше затрат на одного ученика, тем выше качество образования. Исследователи видят решение проблемы в переходе на адаптивное персонализированное обучение. Адаптивное персонализированное обучение позволяет учащимся применять полученные ранее знания, быстрее получать информацию, необходимую им, и создавать индивидуальный план обучения, содержание и формат занятий в этом случае подстраивается под учащегося, с учётом его возможностей и запросов. В итоге это позволяет извлечь из учёбы больше пользы. Многие авторы обсуждали аналогичный вопрос в своей области исследований и предлагали соответствующие решения. Так, авторы [2], [3] считают актуальным использование адаптивного персонализированного образования, где система должна учитывать все данные параметры, гибко реагировать на них и предлагать индивидуальные образовательные траектории для каждого учащегося и корректировать их в зависимости от результатов обучения. Они предлагают выбрать образовательную стратегию, которая реализуется в рамках адаптивной модели электронного обучения и с учетом стилей обучения учащихся [4].

Для преодоления разрыва в знаниях по математике и дальнейшего эффективного обучения школьников, авторы [5] предлагают разработать определенные алгоритмы адаптации математического образовательного контента и их реализации в системе электронного обучения. Они подчеркивают влияния использования адаптивной системы обучения математическим дисциплинам с использованием алгоритмических схем на уровень знаний учащихся, который показал положительную динамику по значениям средних показателей. В период входного тестирования этот показатель составлял 46.27, при итоговом тестировании он изменился до 63.13.

Адаптация не является новым явлением в среднем образовании; хорошие учителя всегда адаптировались к индивидуальным особенностям своих учеников, например, в изменении способа отображения контента, последовательность выполнения заданий или задачи, а также характер руководства и обратной связи.

В идеале, адаптивная система как усовершенствованная технология обучения делает то, что делает опытный учитель, но в дополнение к этому он позволяет масштабировать и, следовательно, повышает эффективность образовательной адаптации. Конечная цель организации адаптивной системы обучения предназначена для персонализации обучения с целью ускорения результатов обучения учащегося. Эта цель может быть достигнута, если



адаптивная система обучения способна определить, что конкретно обучающийся не знает или не в состоянии сделать, идентифицирует и рекомендует контент, который позволит обучающемуся изучить его, оценить успеваемость до тех пор, пока он достигнет определенного результата обучения. На практическом уровне, адаптивные системы обучения, таким образом, решают ряд проблем, которые всегда преследовали учителей: ученики в одном и том же классе имеют разные академические уровни и владеют различными видами знаний, умений; процесс обучения предоставляется либо слишком легко, либо слишком сложно, что, как правило, расстраивает учеников; и, наконец, учителям трудно адаптироваться к индивидуальным потребностям учащихся [6].

Мы трактуем два принципиально разных подхода к образовательной адаптации: 1) адаптация учащихся к образовательной системе и 2) попытка образовательной системы адаптироваться к учащимся.

Современное адаптивное электронное обучение в настоящее время активно развивается в сфере дистанционного образования, которое повсеместно внедряется во всех сферах образовательной деятельности в условиях нынешней пандемии, опираясь на методы инженерных знаний, применяемых при создании информационных систем образовательного назначения с учетом поведения и состоянии знаний человека в процессе обучения [7].

Изучение использования адаптивных обучающих систем, проводится отдельно. В конце концов, переход от традиционного обучения – в формат адаптивного онлайн обучения самый ответственный этап. Актуальность проблемы, ее значимость определили тему данной работы.

Некоторые исследователи предлагают [8] адаптивную систему электронного обучения для устранения пробелов в знаниях и улучшения результатов обучения для учащихся с различными знаниями в предметной области. При проектировании содержания обучения применяется стратегия микро-обучения, которая состоит в том, что весь учебный материал структурируется небольшими порциями [9–11]. Экспериментально доказано, что учебный контент, адаптированный к потребностям учащихся, улучшает результаты обучения по сравнению с использованием обычного традиционного учебного контента. Аналогичный подход, основанный на построении учебного адаптированного контента дисциплины «Дискретная математика», был предложен в работе [12].

Таким образом, можно констатировать, что адаптивное обучение является не просто другим подходом к формированию учебного процесса, но и обеспечивает более высокие результаты обучения, которые можно измерить количественно, а также личную заинтересованность и вовлеченность учащихся в процесс обучения [13].

В этом исследовании будет рассмотрен следующий исследовательский вопрос: «Как преодолеть пробел в знаниях в области математики с помощью адаптированных персонализированных обучающих систем?».

#### *Материалы и методы исследования*

Обзор и анализ научных источников по теме исследования привели к тому, что многими учеными были рассмотрены различные проблемы использования адаптивного персонализированного обучения по математике в свои исследования: методы персонализации образования, методы и подходы цифрового мониторинга, фиксации и прогнозирования поведения обучаемого, интерактивные методы, динамичность процессов в современном обществе, технологичность образовательных процессов, фокусное и динамичное обучение, акцент на визуализацию образовательного контента, многообразие образовательных форм, методов и средств.

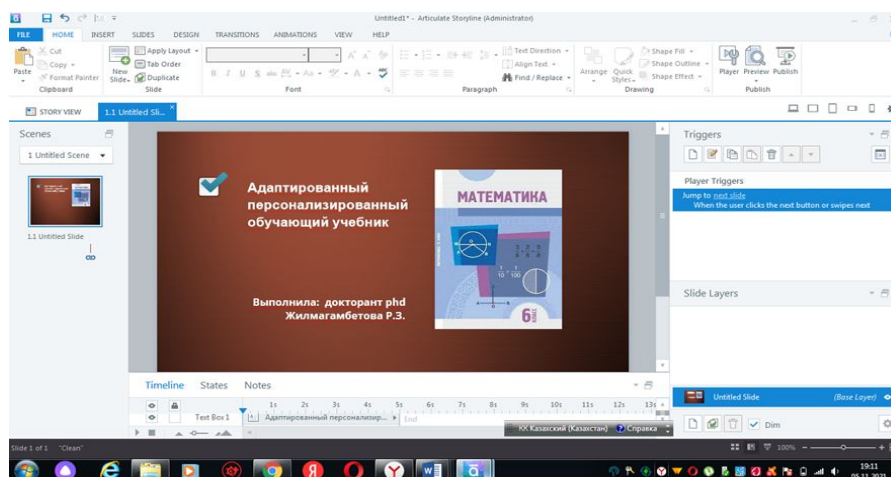
Проанализировав работы разных авторов по теме исследования, можно сделать такой вывод, что для реализации принципа адаптивного и персонализированного обучения математическим дисциплинам в среднем образовательном учреждении необходимо более полно учитывать персональные потребности, цели, познавательные интересы,

образовательные результаты и индивидуальные характеристики. Удобнее организовать автоматизированное отслеживание индивидуальной результативности и характеристики обучающихся, персональных целей и реализацию стратегии адаптации.

Адаптация, выполняемая технической системой, основанной на непрозрачных алгоритмах, не может быть самостоятельной. Адаптация должна представлять собой диалог (переговоры) между обучающимся и учителем на основе одной или нескольких технически сгенерированных сведений. Стратегия адаптации должна быть рекомендательной, а процесс адаптации должен быть прозрачным и контролироваться учащимся.

#### *Результаты исследования*

Одним из вариантов использования адаптированной обучающей системы, является многофункциональная программа Articulate Storyline. Экспериментальные исследования подтверждают повышенный интерес школьников, которые предпочитают учиться с использованием системы Articulate, где учителя играют пассивную роль. Storyline – это современный многофункциональный редактор, который позволяет создавать учебный интерактивный и даже игровой контент, интерактивные задания, симуляции программного обеспечения. На рисунке 2 представлена визуализация будущего адаптированного учебного комплекса по математике, который будет применен в среднем образовательном учреждении.



*Рисунок 2 – Титульный лист*

Основные преимущества программного обеспечения:

1. Импорт из PowerPoint.
2. Storyline интегрируется с популярной системой управления обучением Canvas.
3. Программа отлично подходит для самоанализа и выставления оценок с помощью функции перетаскивания.
4. Есть много вариантов в стиле викторины для создания викторин, таких как раскрытие ответа или включение вкладок о предмете для расширенного содержания.
5. Articulate Storyline полезна для создания различных учебных пособий и интерактивных учебных занятий.
6. Каждый слайд презентации может быть разветвлен в формате дерева решений, который направляет пользователя по разному пути, чтобы дать разные ответы.
7. Возможность ввода казахских и русских букв.
8. Тренажёры программного обеспечения. С помощью Articulate Storyline вы сможете создать симулятор программного обеспечения, который обучит навыкам работы и не позволит ничего испортить.



9. Поддержка HTML5. Готовый курс можно экспортировать в формате HTML5 и разместить на любом сайте.

10. Поддержка SCORM, xAPI (Tin Can API). Курс, созданный в Storyline, соответствует современным стандартам SCORM и xAPI, которые позволяют собирать статистику о прохождении курсов и тестов и формировать отчеты в системе дистанционного обучения.

11. Совместимость с мобильными устройствами [14].

Однако, прежде чем внедрять эту технологию в образовательный процесс, следует рассмотреть различия между традиционными и нетрадиционными методами обучения (см.таблицу 1).

Таблица 1 - Сравнительная характеристика подходов в обучении

Традиционная система обучения		Урок с применением Articulate Stimulate	
Педагог	обучающийся	Педагог	обучающийся
<b>Субъект обучения - информатор</b>	Объект обучения - получатель информации	Организатор познавательной деятельности обучающегося	Субъект обучения сам добывает знания с помощью педагога
<b>Активен в течение всего урока</b>	Как правило, пассивен. Главное — запоминание фактов	Направляет познавательный процесс, обеспечивая самостоятельную деятельность обучающегося в рамках социального взаимодействия	Включается в активный мыслительный процесс
<b>Доминирует авторитарный стиль отношений в основе субъект-объектных отношений</b>	Конформистская позиция	Доминирует демократический стиль отношений, в основе — сотрудничество, кооперация	Активный участник педагогического процесса, в котором самореализуется и самоутверждается
<b>Отвечает за процесс обучения и его результаты</b>	Не до конца осознает собственную ответственность за результаты обучения	Разделяет ответственность за результаты образовательного процесса с учащимися	Включен в ответственность за результаты учебного процесса, осознавая их значимость для своего продвижения и развития
<b>Доминирует внешнее стимулирование</b>	Отсутствие интереса к учению	Обеспечивается мотивационное обучение	Доминирует внутренняя мотивация
<b>Информативные Методы</b>	Ограничивается репродуктивным воспроизведением материала	Доминируют методы самостоятельной работы, мозгового штурма	Выполняет исследовательскую работу, применяя знания в сходных и измененных ситуациях
<b>Не уделяет внимания самоанализу, рефлексии</b>	Не анализирует собственную мыслительную деятельность	Использует рефлексивное управление познавательной деятельностью учащихся	Включается в самоанализ, самооценку мыслительной деятельности



Судя по таблице, можно сделать вывод, что программный продукт «Articulate Storyline» является основой для адаптивного персонализированного обучения, с помощью которого создаются условия для активного обучения с использованием современных технологий и гаджетов; а также для командной работы; условия для определения качества знаний с помощью компьютерных технологий, у школьников в рамках учебных дисциплин разрабатываются лидерские качества.

#### *Заключение*

В заключении хотелось бы отметить, что использование адаптивного персонализированного обучения математическим дисциплинам позволяет повысить качество среднего образования и тем самым значительно повысить уровень знаний и математической грамотности, необходимых для приобретения современных востребованных нынешним меркам профессий.

На наш взгляд, адаптированное обучение может быть внедрено для выравнивания знаний обучающихся как инструмент успешного обучения. Внедрение адаптированности в учебный процесс возможно с помощью технологии Articulate Stimulate, поскольку она позволяет сделать процесс обучения более эффективным и интересным, а учителя получают эффективный инструмент для построения индивидуальной траектории обучения. Результаты исследования особенно ценны для исследований в области математики и развития навыков математической грамотности.

### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Асмыкович И. К. Организация НИРС по математике для хорошо успевающих студентов // Науковий вісник Львівської академії. Серія Педагогічні науки: зб. наук. пр./ [редкол. Т.С. Плачинда (гол. Ред.) та ін.]. – Кропивницький: КЛА, НАУ, 2018, вып.3, с.234 – 239.
- [2] Самофалова М.В. (2020). Адаптивное обучение как новая образовательная технология. Гуманитарные и социальные науки, (6), 341-347.
- [3] Кречетов Иван Анатольевич, Романенко Владимир Васильевич (2020). Реализация методов адаптивного обучения. Вопросы образования, (2), 252-277.
- [4] Кочеткова Татьяна Олеговна, Карнаухова Ольга Александровна Адаптивная образовательная стратегия обучения математике студентов в электронной среде // Вестник Красноярского государственного педагогического университета им. В.П. Астафьева 2018, вып.2, с.50 – 56 DOI: 10.25146/1995-0861-2018-44-2-57.
- [5] Вайнштейн Ю. В. Адаптация математического образовательного контента в электронных обучающих ресурсах / Вайнштейн Ю. В., Шершнева В. А., Есин Р. В., & Зыкова Т. В. // Открытое образование, 21 (4), 4-12.
- [6] Oxman, S. & Wong, W. (2014). White Paper: Adaptive Learning Systems. Integrated Education Solutions.
- [7] Рыбина Г.В. Интеллектуальная технология построения обучающих интегрированных экспертных систем: новые возможности // Открытое образование. – 2017.- Т.21. – № 4. – С.43-57.
- [8] Сиадати М., Тагияре Ф. (2007): PALS2: Педагогически адаптивная система обучения, основанная на стилях обучения, icalt, (стр. 616-618), 7-я Международная конференция IEEE по Передовые технологии обучения (ICALT). DOI: 10. 1109/ICALT. 2007. 198. Извлечено из <https://www.researchgate.net/публикация/221424232>. <https://doi.org/10.1109/icalt.2007.198>.
- [9] M. Lindner. “Use these tools, your mind will follow. Learning in immersive micromedia and microknowledge environments”, Proceeding of the 13<sup>th</sup> International Conference of the Association for Learning Technology, ALT-C 2006 (Edinburgh, United Kingdom, September 5–7, 2006), pp. 41–49. [URL]↑162.





[10] A. Schmidt. “Microlearning and the Knowledge Maturing Process: Towards Conceptual Foundations for Work-Integrated Microlearning Support”, Proceedings of the 3rd International MicroLearning Conference (Innsbruck, Austria, June 21–22, 2007), pp. 99–105. [URL]↑162.

[11] I. Buchem, H. Hamelmann. “Microlearning: A Strategy for Ongoing Professional Development”, eLearning Papers, 21:7 (2010), pp. 1–15. [URL]↑162.

[12] В. А. Шершнева, Ю. В. Вайнштейн, Т. О. Кочеткова, Адаптивная система обучения в электронной среде. Программные системы: теория и приложения, 2018, том 9, выпуск 4, 159–177

[13] Царев Р.Ю. Адаптивное обучение с использованием ресурсов информационно-образовательной среды / Царев Р.Ю., Тынченко С.В., Гриценко С.Н.// Современные проблемы науки и образования. – 2016. – № 5.; URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=25227>.

[14] Алинова А. С., Алинов Е. Н. студенты, ПГПУ, г. Павлодар Нургазинова Г. Ш., Мухамедиева К. М. преподаватели, ПГПУ, г. Павлодар Материалы международной научно-технической конференции «I юбилейные чтения Бойко Ф. К.», посвященной 100-летию Бойко Ф. К. ТОМ 2. – 2020. – С.12-19.

## REFERENCES

[1] Asmykovich, I. K. (2018) Organizacija NIRS po matematike dlja horosho uspevajushhih studentov [Organization of research work in mathematics for well-performing students]. Naukovij visnik L'otnoiakademii. Serija Pedagogichni nauki: zb. nauk.pr. , T.S. Plachinda (Ed.), Kropivnickij: KLA, NAU, 3, 234 – 239 [in Russian].

[2] Samofalova, M.V. (2020). Adaptivnoe obuchenie kak novaja obrazovatel'naja tehnologija [Adaptive learning as a new educational technology] Gumanitarnye i social'nye nauki, (6), 341-347 [in Russian].

[3] Krechetov Ivan Anatol'evich, & Romanenko Vladimir Vasil'evich (2020). Realizacija metodov adaptivnogo obuchenija [Implementation of adaptive learning methods]. Voprosy obrazovaniya, (2), 252-277 [in Russian].

[4] Kochetkova Tat'jana Olegovna, Karnauhova Ol'ga Aleksandrovna (2018) Adaptivnaja obrazovatel'naja strategija obuchenija matematike studentov v jelektronnoj srede [Adaptive educational strategy for teaching mathematics to students in an electronic environment]. Vestnik Krasnojarskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta im. V.P. Astaf'eva, 2, 50 – 56 DOI: 10.25146/1995-0861-2018-44-2-57 [in Russian].

[5] Vajnshtejn, Ju. V., Shershneva, V. A., Esin, R. V., & Zykova, T. V. (2017). Adaptacija matematicheskogo obrazovatel'nogo kontenta v jelektronnyh obuchajushhih resursah [Adaptation of mathematical educational content in e-learning resources]. Otkrytoe obrazovanie, 21 (4), 4-12 [in Russian].

[6] Oxman, S. & Wong, W. (2014). White Paper: Adaptive Learning Systems. Integrated Education Solutions [in Russian].

[7] Rybina, G.V. (2017) Intellektual'naja tehnologija postroenija obuchajushhih integrirovannyh jekspertnyh sistem: novye vozmozhnosti [Intelligent technology for constructing training integrated expert systems: new opportunities] Otkrytoe obrazovanie. Vol.21, 4, 43-57 [in Russian].

[8] Siadati, M., Tagijare, F. (2007): PALS2: Pedagogicheski adaptivnaja sistema obuchenija, osnovannaja na stiljah obuchenija, icalt [Pedagogically adaptive learning system based on learning styles,], Preceedings from 7-ja Mezhdunarodnaja konferencija IEEE po Peredovye tehnologii obuchenija (ICALT) - 7th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT), (616-618), DOI: 10.1109/ICALT.2007.198. Izvlecheno iz <https://www.researchgate.net/publikacija/221424232>. <https://doi.org/10.1109/icalt.2007.198> [in Russian].



[9] M. Lindner. “Use these tools, your mind will follow. Learning in immersive micromedia and microknowledge environments”, Proceeding of the 13th International Conference of the Association for Learning Technology, ALT-C 2006 (Edinburgh, United Kingdom, September 5–7, 2006), pp. 41–49. [URL]↑162 [in English].

[10] A. Schmidt. “Microlearning and the Knowledge Maturing Process: Towards Conceptual Foundations for Work-Integrated Microlearning Support”, Proceedings of the 3rd International MicroLearning Conference (Innsbruck, Austria, June 21–22, 2007), pp. 99–105. [URL]↑162 [in English].

[11] I. Buchem, H. Hamelmann. “Microlearning: A Strategy for Ongoing Professional Development”, eLearning Papers, 21:7 (2010), pp. 1–15. [URL]↑162 [in English].

[12] Shershneva, V. A., Vajnshtejn, Ju. V., Kochetkova, T. O. (2018) Adaptivnaja sistema obucheniya v jelektronnoj srede [Adaptive learning system in an electronic environment] Programmnye sistemy: teorija i prilozheniya, Vol.9, 4, 159–177 [in Russian].

[13] Carev, R.Ju., Tynchenko, S.V., Gricenko, S.N. Adaptivnoe obuchenie s ispol'zovaniem resursov informacionno-obrazovatel'noj sredy [Adaptive learning using the resources of the educational information environment]. Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya. – 2016. – № 5. ;URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=25227> [in Russian].

[14] Alinova, A. S., Alinov, E. N., Nurgazinova, G. Sh., Muhamedieva, K. M. (2020) Preceedings from «I jubilejnye chteniya Bojko F. K.» Mezhdunarodnaia nauchno-tehnicheskaja - International Scientific and Practical Conference, Pavlodar. Vol.2, 12-19 [in Russian].

**Жилмагамбетова Р. З., Мубараков А. М., Алимагамбетова А. З.**

#### **АДАПТИВТІ ДЕРБЕСТЕНДІРІЛГЕН МАТЕМАТИКАДАН ОҚЫТУ-МЕКТЕПТЕ ОНЛАЙН ОҚЫТУДЫҢ ИННОВАЦИЯЛЫҚ ӘДІСІ**

**Аңдатпа.** Мақала орта білім беру мекемелерінде математикалық пәндерге бейімделген жеке оқыту жүйесін құруға арналған. Авторлар курстың мазмұны бойынша алға жылжыту кезінде оқушының қажеттіліктеріне бейімделетін онлайн оқытуға сызықтық емес көзқарасты талқылайды, Бұл алдыңғы білім негізінде оқушының жеке тәжірибесіне әкеледі. Адаптивті оқыту жүйесінің қарастырылған технологиясы оқушылардың тұрақты дамуын қамтамасыз етеді. Оқушылардың пәнді оқуға деген ынтасын арттыру зерттелетін мәселенің маңызды себептерінің бірі ретінде қарастырылады. Осы себепті авторлар Articulate Storyline-ді бейімделген жеке оқытуды дамыту бағдарламалық жасақтамасын оқу және интерактивті мазмұнды: тілқатысу машиналары, тесттер, викториналар, аудио және бейне ойнатқыштар, симуляциялар және мини-ойындар көмегімен мүмкіндік беретін оңтайлы мультифункционалды редактор ретінде зерттейді.

**Кілт сөздер:** математикалық сауаттылық; PISA-2018; оқытудың бейімделген жүйесі; дербестендіру; жеке траектория; оқу контенті: электрондық оқыту; симуляциялау; ойын мазмұны; бейімделу.

**Zhilmagambetova Raushan, Mubarakov Akan, Alimagambetova Ainagul**

#### **ADAPTIVE PERSONALIZED TEACHING OF MATHEMATICS – AN INNOVATIVE METHOD OF ONLINE TEACHING AT SCHOOL**

**Annotation.** The article is devoted to the construction of an adaptive personalized teaching system for mathematical disciplines in secondary educational institutions. The authors discuss a non-linear approach to online learning that adapts to the needs of the student as the course content progresses, which leads to an individual learner's experience based on prior knowledge. The considered technology of the adaptive learning system ensures the sustainable development of schoolchildren. Increasing motivation to study the discipline among students is considered as one of the most important reasons for the problem under study. For this reason, the authors are investigating Articulate Storyline software for the development of adaptive personalized learning as





an optimal multifunctional editor that allows you to create educational and interactive content: interactive simulators, tests, quizzes, audio and video player, simulations and mini-games.

**Keywords:** mathematical literacy; PISA-2018; adaptive learning system; personalization; individual trajectory; educational content; e-learning; simulation; game content; adaptability.