

ОРГАНИЗАЦИЯ ОБУЧЕНИЯ ШКОЛЬНИКОВ ПОСРЕДСТВОМ ПРЕДМЕТНОЙ ЦИФРОВОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ НА ПРИМЕРЕ МАТЕМАТИКИ

Э.З. Галимуллина

Елабужский институт Казанского федерального университета,
Елабуга, Татарстан, Российская Федерация

Аннотация

В статье приводится анализ понятия цифровой образовательной среды и её видов: образовательной организации и процесса обучения. Автором предлагается модель предметной цифровой образовательной среды инструментального характера и описываются условия организации обучения на ее основе. Цель исследования заключается в экспериментальной проверке эффективности модели предметной цифровой образовательной среды для организации процесса обучения математике в школе. Проведение исследования потребовало использования целого комплекса методов, таких как наблюдение, анкетирование, интерпретация и табличное представление эмпирических данных и их обработка, статическая обработка данных и сравнительный анализ результатов. В педагогическом эксперименте участвовало две группы учеников: первая группа — экспериментальная группа, которая обучалась математике посредством предметной цифровой образовательной среды, вторая группа — ученики, изучавшие математику в традиционной форме. В данном исследовании была осуществлена проверка предположения о том, что учащиеся экспериментальной группы показывают в среднем такой же результат знаний, как и контрольной группы. Для определения отсутствия различий между двумя экспериментальными распределениями использовался *t*-критерий Стьюдента. В результате была принята альтернативная гипотеза о том, что учащиеся экспериментальной группы показали в среднем более высокий уровень знаний, чем участники контрольной группы. Следовательно, возможно сделать вывод об эффективности процесса обучения на основе предметной цифровой образовательной среды, построенной по предлагаемой автором модели.

Ключевые слова: цифровизация образования, предметная цифровая образовательная среда, обучение математике школьников.

Abstract

The article provides an analysis of the concept of digital educational environment and its types: educational organization and learning process. The author proposes a model of a subject digital educational environment of an instrumental nature and describes the conditions for organizing training based on it. The purpose of the study is to experimentally verify the effectiveness of the model of the subject digital educational environment for organizing the process of teaching mathematics at school. The study required the use of a whole range of methods, such as observation, questioning, interpretation and tabular presentation of empirical data and their processing, static data processing and comparative analysis of the results. Two groups of students participated in the pedagogical experiment: the first group was an experimental group that studied mathematics through a subject—based digital educational environment, the second group was students who studied mathematics in a traditional form. In this study, the assumption was tested that the students of the experimental group show on average the same result of knowledge as the control group. To determine the absence of differences between the two experimental distributions, the student's *t*-test was used. As a result, an alternative hypothesis was adopted that the students of the experimental group showed

on average a higher level of knowledge than the participants of the control group. Therefore, it is possible to draw a conclusion about the effectiveness of the learning process based on the subject digital educational environment built according to the model proposed by the author.

Keywords: digitalization of education, subject digital educational environment, teaching mathematics to schoolchildren.

Введение

В настоящее время цифровизация открывает новые возможности для организации обучения. Внедрение цифровых технологий меняет процесс передачи знаний, выводит образовательные технологии, направленные на освоение новых компетенций и навыков, на новый уровень. Совершенствуются методики преподавания и образовательные подходы, так как цифровизация позволяет учитывать особенности личности и ориентироваться на индивидуальное развитие каждого человека, обеспечивая персонализацию. Сегодня цифровое образование — это постоянное повышение его качества и доступности, возможность учиться лучше и учиться всюду [1].

В настоящее время становится актуальной проблема построения и организация образовательного процесса на основе цифровых технологий. Необходимо определить, как цифровизация повлияет на способы получения знаний обучающимися, а также деятельность самого педагога в образовательной среде, предъявляя новые требования к условиям обучения. Цифровая трансформация процесса обучения в школе должна ориентироваться на обучающегося, создавая комфортные условия для формирования компетенций. Современный процесс обучения должен быть построен таким образом, чтобы он способствовал активному и продуктивному взаимодействию участников образовательного процесса при построении нового знания. При этом образовательный контент должен быть практико-ориентированным и обеспечивать учеников инструментами образовательной деятельности, которые в дальнейшем способствовали бы их саморазвитию. Именно поэтому в педагогическом сообществе становятся актуальны вопросы внедрения обновлённых педагогических технологий в процесс обучения.

Во все периоды развития образования образовательная среда играла важную роль в становлении личности обучающегося. В Российской Федерации реализуется Целевая модель цифровой образовательной среды, в рамках которой должны быть созданы условия для внедрения к 2024 году современной и безопасной цифровой образовательной среды, обеспечивающей формирование ценности к саморазвитию и самообразованию обучающихся образовательных организаций всех видов и уровней, путем обновления информационно-коммуникационной инфраструктуры, подготовки кадров, создания федеральной цифровой платформы [2]. В связи с этим в настоящее время идет процесс разработки информационно-телекоммуникационной инфраструктуры, аппаратного, программного и методического обеспечений создания российской цифровой образовательной среды. Данные обстоятельства указывают на необходимость разработки методологических основ и технологических решений построения цифровой образовательной среды на всех уровнях управления образования и ступенях обучения, начиная от государственного до преподавания учебных предметов. Особенно важной является подготовка образовательных решений на уровне преподавания школьной дисциплины в условиях цифровой образовательной среды, так как именно это влияет на личность ученика и на формирование его компетенций, которые востребованы в динамически изменяющемся мире.

Современная образовательная среда должна удовлетворять требованиям доступности, открытости и мобильности, которая позволяет педагогу организовать гибкое обучение в

цифровом образовательном пространстве; обеспечивает участников образовательного процесса разнообразным мультимедиа контентом, который обучающийся сможет быстро и просто адаптировать с учетом своих потребностей. Такая цифровая образовательная среда должна структурно состоять из элементов, обеспечивающих эффективную учебную коммуникацию, быструю обратную связь и возможность организации командной работы [1]. Указанные требования подтверждаются государственными стандартами в области применения цифровых технологий в образовании (ГОСТ Р 57724–2017; ГОСТ Р 55751–2013; ГОСТ Р 53620–2009).

Таким образом, вопросы создания научно-обоснованных и практико-ориентированных подходов к построению цифровых образовательных сред преподавания конкретных школьных предметов становятся одной из актуальных проблем педагогического сообщества. Несмотря на множество разработок в области дидактики цифровой образовательной среды, в отечественной научно-педагогической и методической литературе наблюдается недостаточная разработанность проблемы создания цифровой образовательной среды конкретного школьного предмета и организации процесса обучения на ее основе.

Цифровая среда становится новым объектом профессиональной педагогической деятельности. Таковую среду создает каждый учитель, заинтересованный в повышении эффективности процесса обучения. Отметим, что основными участниками такой среды являются ученики во главе с учителем, а основная цель обучения в условиях предметной цифровой образовательной среды — достижение образовательных результатов по предмету и формирование определенных компетенций [3, 4]. Автор полагает, что обучение школьников станет более эффективным, если образовательный процесс будет организован в предметной цифровой образовательной среде, разработанной по замыслу учителя на основе предлагаемой модели. Цель данного исследования заключается в экспериментальной проверке эффективности модели предметной цифровой образовательной среды для организации процесса обучения в школе на примере математики.

Обзор литературы

Разработкой основ дидактики цифровой образовательной среды занимаются такие исследователи, как Вайндорф-Сысоева М. Е., Блинов В. И., Роберт И. В., Чошанов М. А., Носкова Т. Н., Стариченко Б. Е., Уваров А. Ю., Рабинович П. Д., Pratiwi W. R. и др. В своих публикациях авторы описывают влияние вызовов цифровой эпохи на образование [5, 6, 7], обосновывают необходимость изменения подходов к построению образовательного процесса [8]. В работах учёных описаны формы, средства, методы и содержание образования в условиях цифровой трансформации [9, 10, 11].

В настоящее время не существует единого определения понятия «цифровая образовательная среда». Понятие цифровая образовательная среда стала предметом исследований таких ученых, как Шилова О. Н., Лапин В. Г., Природова О. Ф., Хороших П. П. и Калугина Н. А., Бударина А. О., Локша О. М., Абрамский М. М., Куркина Н. Р. и Стародубцева Л. В., Бианкина А. О., Субочева М. Л., Жигалова О. П. и др. Многими учёными цифровая образовательная среда понимается как некое техническое решение организации образовательной деятельности образовательной организации [12]. Некоторые авторы определяют цифровую среду как единое пространство коммуникации всех участников педагогического процесса, выделяя при этом в качестве ключевой коммуникационную составляющую [13]. Отдельные исследователи определяют цифровую образовательную среду как новый технологический уровень в развитии информационно-образовательной среды, позволяющий сформировать у обучающегося его индивидуальную образовательную

траекторию, на основе которой можно провести анализ его потребностей с предложением различных сценариев его дальнейшего развития [14].

Лапин В. Г. в своем исследовании определяет цифровую образовательную среду как единую информационную систему. Такая система по мнению автора должна способствовать объединению всех участников образовательного процесса, начиная от учеников и заканчивая администрацией школы [12]. Природова О. Ф., Данилова А. В., Моргун А. Н. отмечают, что цифровая образовательная среда является частью мирового информационного пространства и должна обеспечивать её участников возможностью доступа к мировым образовательным ресурсам [15]. Исследователь Шилова О. Н. в своем определении понятия «цифровая образовательная среда» особое значение придает педагогическим отношениям между участниками образовательного процесса, которое осуществляется посредством цифровых технологий [13].

Авторы Вайндорф-Сысоева М. Е. и Субочева М. Л. определяют цифровую среду образовательной организации как совокупность методического, технологического и технического обеспечений, представленного в цифровом формате [8]. В своих исследованиях Абрамский М. М. определяет цифровую образовательную среду как новый технологический уровень в развитии информационных образовательных сред, и говорит об ее интеллектуализации [14]. Отметим, что многие авторы рассматривают цифровую среду как часть образовательной среды, имеющей признаки цифровизации, которая была получена в результате трансформации образования в процессе информатизации [16, 17].

Проблемой компонентного состава цифровой образовательной среды занимаются такие ученые, как Горбунова Н. В., Магомедов А. М., Мироненко Е. С., Коротенков Ю. Г., Носкова Т. Н., Уваров А. Ю., Рабинович П. Д. и др. Исследователи описывают характеристики такой среды, указывая на виды деятельности её участников. Например, Уваров Ю. А. говорит о «замене традиционной организации образовательного процесса на персонализированное обучение на основе цифровой образовательной среды». По мнению автора такое обучение «создает благоприятные условия для формирования и развития у обучаемых полноценной учебной деятельности, облегчает максимальное использование активных методов обучения и формирование компетенций XXI в., гарантирует достижение каждым заявленных образовательных результатов» [11, 18]. Также анализ исследований различных ученых показал, что в данных исследованиях гораздо меньше внимания уделяется инструментальному характеру цифровой среды обучения. Такой подход чаще применяется в построении цифровой образовательной среды высшей школы, чем при исследовании цифровой образовательной среды в средней школе. Соловов А. В. и Меньшикова А. А., исследуя модель цифровой образовательной среды вуза, описывают дидактическую модель комплекса цифровых образовательных ресурсов, в основу которой положены инструментальные программные средства (авторские системы, LMS, платформы онлайн-обучения, системы искусственного интеллекта, VR, AR и т. п.).

Вопросы создания модели цифровой образовательной среды вуза изучены и обоснованы в работах Соловова А. В. и Меньшиковой А. А. [19], Атанасяна С. Л. [20], Шутиковой М. И. и Бешенкова С. А. [21], Носковой Т. Н. [22], Кушнира М. Э. [23] и др. В работах исследователей приводятся принципы цифрового обучения, характеристики цифровой среды обучения студентов. Так Соловов А. В. приводит классификацию электронных обучающих средств, используемых в вузе, на основе которой описывает дидактически обоснованную последовательность обучения.

Разработки в области проектирования модели предметной цифровой образовательной среды в общеобразовательной школе начались недавно. Лельчицкий И. Д. и др. в качестве

теоретической основы проектирования цифровой образовательной среды использовали трехмерную модель Монахова В. М. Основное внимание при разработке модели сосредоточено на логике взаимодействия триады «учитель – ученик – технология» [24]. Их исследование сужается до технологической карты урока.

Ряд исследователей подчеркивают необходимость предметной направленности процесса построения цифровой образовательной среды. Особенности использования цифровых технологий в организации процесса обучения математике исследованы учёными Далингер В. А., Кулик Е. Ю., Гаврилова М. А., Власенко К. В. и др. Разработки авторов касаются методических основ применения цифровых технологий, а также вопросов применения специальных инструментов и ресурсов [25, 26, 27]. Например, Кулик Е. Ю. вводит понятие информационной образовательной среды предметного обучения, определяя ее как совокупность системных адаптированных информационных воздействий, соответствующей предметной области, направленных на формирование определенных компетенций [26].

Несмотря на то, что научные исследования в области дидактики цифровой образовательной среды и процесса её построения проводятся достаточно активно многими педагогами-учёными, но исследования в области организации процесса обучения в предметной цифровой образовательной среде недостаточны. Таким образом, проблема создания модели предметной цифровой образовательной среды и организация обучения на её основе становится одной из самых актуальных в образовательном сообществе.

Материалы и методы

Данное исследование состояло из двух этапов. Результатом первого этапа стала модель предметной цифровой образовательной среды инструментального характера. На втором этапе исследования был организован и проведен педагогический эксперимент с целью проверки эффективности разработанной модели предметной цифровой образовательной среды для организации процесса обучения в школе на примере математики.

Для решения поставленных задач использовались следующие методы исследования:

- на первом этапе - теоретический анализ нормативной, психолого-педагогической, методической и учебной литературы по изучаемой проблеме; синтез и обобщение теоретического материала; моделирование, классификация;
- на втором этапе - теоретический анализ психолого-педагогической литературы по рассматриваемой проблеме, графическая визуализация, математико-статистическая обработка результатов исследования с помощью определения t-критерия Стьюдента, сравнительный анализ результатов.

Результаты исследования

Опишем основные этапы исследования.

1. Разработка модели предметной цифровой образовательной среды инструментального характера

Анализ научной литературы в области дидактики цифровой образовательной среды показал, что в большинстве случаев учёные рассматривают цифровую образовательную среду образовательной организации, определяя её как систему, объединяющую всех участников образовательного процесса. Именно поэтому образовательные учреждения как высшей школы, так и средней строят свою цифровую среду с применением специальных инструментов и ресурсов. На наш взгляд такая среда образовательной организации должна быть дополнена цифровыми образовательными средами предметного назначения, которые педагоги создают самостоятельно. Отметим, что такие предметные среды образовательного назначения нацелены на достижение обучающимися образовательных результатов по определенному предмету [28, 29]. В данном исследовании речь идет именно о цифровой образовательной

среде учебного процесса, то есть о предметной цифровой образовательной среде. Ключевыми участниками учебного процесса в школе, организованного на основе предметной цифровой среды, являются школьники во главе с учителем.

На основе проделанного анализа различных источников информации автор приходит к следующему определению предметной цифровой образовательной среды: «предметная цифровая образовательная среда — совокупность технического, программного и интеллектуального обеспечений в виде цифровых инструментов, ресурсов, платформ, которая обеспечивает комфортное, гибкое, персонифицированное обучение определенному предмету. Такая среда обеспечивает учителя удобным инструментарием навигации образовательной деятельности обучающихся. Этот подход обеспечивает педагога возможностью построения среды по авторскому замыслу» [30].

Автор исследования предполагает, что учителя нуждаются в инструментальном подходе к построению предметной цифровой образовательной среды, который позволит разработать понятную и близкую им модель. Такая модель предметной цифровой образовательной среды снабжает учителя цифровыми инструментами педагогической деятельности и даёт ему возможность применять их в практике своей профессиональной деятельности. Важно отметить, что при таком подходе к построению предметной цифровой образовательной среды у педагога появляется понимание функциональных и педагогических возможностей применения цифровых инструментов педагогического назначения [4].

Схематическое представление модели предметной цифровой образовательной среды инструментального характера, предлагаемой автором, представлена на Рисунке 1. В центре модели предметной цифровой среды находится учитель-предметник, который организует учебный процесс. В данной модели намеренно нет ученика, так как модель ориентирована на процесс построения предметной цифровой образовательной среды с позиции учителя. Отметим, что учитель выстраивает процесс обучения, опираясь на рабочую программу и календарно-тематическое планирование по преподаваемому предмету, соответствующие определенному учебно-методическому комплексу. Как видно из схематического представления модели, в её основе находится учебник (так как среда цифровая, то очевидно, это должна быть его электронная форма), который обеспечивает учителя возможностью организовать учебный процесс в мультимедийном и интерактивном формате. Такая организация учебного процесса возможна также при индивидуальной самостоятельной работе учеников вне урока [3].

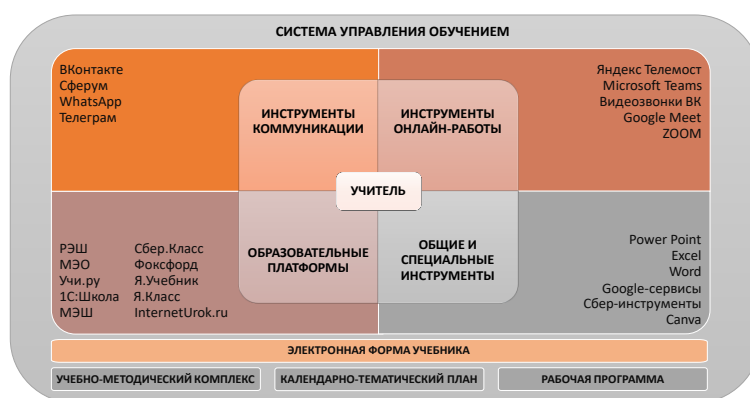


Рисунок 1. Схематическое представление модели предметной цифровой образовательной среды инструментального характера

С целью комфортной организации учебного процесса в условиях цифровой образовательной среды учителю необходимо предоставить ученикам возможность единого

входа в такую среду, то есть цифровая среда должна быть организована на единой цифровой площадке. Поэтому необходимо создавать предметную цифровую образовательную среду с применением возможностей систем управления обучением. Построение предметной цифровой образовательной среды на основе систем управления обучением позволяет учителю создавать свой образовательный контент и выстраивать учебный процесс по авторскому замыслу.

В предлагаемой модели выделены четыре группы цифровых инструментов построения предметной цифровой образовательной среды: образовательные платформы, инструменты коммуникации, инструменты организации онлайн занятий, общие и специальные инструменты педагога [3]. К инструментам организации коммуникации автор относит социальные сети и мессенджеры, которые имеют возможность организации быстрой и постоянной коммуникации как с отдельным учеником, так и с группой обучающихся. Для организации смешанного формата обучения необходимым элементом модели являются средства видеоконференций, которые позволяют школьникам, не имеющим возможности присутствовать на занятии очно, принимать активное участие на уроке в онлайн формате [3]. Особенно актуальным это стало в условиях возврата к обычной форме обучения после режима самоизоляции в период пандемии коронавирусной инфекции. Немаловажным компонентом предметной цифровой образовательной среды также являются образовательные платформы с готовым контентом, которые учитель может использовать при организации учебного процесса. Отметим, что в предлагаемой модели предметной цифровой образовательной среды особую роль играют цифровые инструменты и ресурсы общего назначения и специализированные инструменты по предмету.

С целью реализации предлагаемой модели автором была разработана классификация цифровых инструментов педагога общего назначения, в основу которой положены педагогические задачи, решаемые учителем при организации учебного процесса. В данной классификации выделены шесть групп инструментов, предназначенные для организации групповой работы, получения быстрой обратной связи, обеспечение контроля знаний, инструменты организации интерактивной работы, а также инструменты, необходимые педагогу для подготовки к занятиям мультимедийного контента. В качестве примеров в каждой группе инструментов представлены конкретные ресурсы и сервисы. Специфика преподаваемого предмета в предлагаемой автором модели предметной цифровой образовательной среды реализуется за счет внедрения в процесс ее построения специализированных цифровых инструментов по определенному предмету. Именно специализированные инструменты позволяют педагогу построить цифровую образовательную среду с учетом особенностей преподаваемого предмета [1; 3; 4; 31]. Так как в данном исследовании речь идет о предметной цифровой образовательной среде учителя математики, автором также были изучены и проанализированы математические цифровые инструменты и разработана авторская классификация цифровых инструментов учителя математики для создания предметной цифровой образовательной среды обучения математике в школе. В данной классификации выделены шесть групп математических инструментов. В основе классификации лежит подход распределения инструментов по группам в зависимости от решения конкретной математической задачи. Автор предлагает распределить математические инструменты следующим образом: инструменты построения графиков, инструменты выполнения расчетов, математические и логические игры, пакеты создания математических текстов, символьной обработки информации и инструменты решения математических задач.

Итак, для того, чтобы организовать обучения школьников посредством предметной цифровой образовательной среды необходимо, чтобы такая среда разрабатывалась на основе системы управления обучением; структурно состояла из элементов, обеспечивающие участников учебного процесса средствами коммуникации, быстрой обратной связи, а также цифровых инструментов и ресурсов, позволяющие учителю выстроить процесс обучения по своему замыслу, создавая свой авторский контент и используя уже имеющийся в виде содержания образовательных платформ.

2. Организация и проведение педагогического эксперимента

В период с января по июнь 2022 года в рамках данного исследования на базе муниципального бюджетного общеобразовательного учреждения «Многопрофильный лицей №10» (г. Елабуга, Республика Татарстан) проходил педагогический эксперимент. Эксперимент был организован и проведен с целью проверки эффективности модели предметной цифровой образовательной среды для организации процесса обучения в школе на примере математики. В рамках педагогического эксперимента предполагалось, что процесс обучения математике школьников станет более эффективным, если он будет организован посредством предметной цифровой образовательной среды, разработанной по предложенной автором модели в соответствии с принципами, заложенными в ней, а также в предметную цифровую образовательную среду учителем математики будут интегрированы специфические цифровые инструменты.

В эксперименте участвовало 42 ученика 10-х классов в возрасте 15–16 лет. Участники эксперимента обучались на универсальном профиле, где математика не является профильным предметом. Ученики 10 Г класса были определены в экспериментальную группу, а ученики 10 Б класса – в контрольную. Соответственно ученики 10 Г изучали математику посредством предметной цифровой образовательной среды, разработанной по предлагаемой модели автором данного исследования и учителем математики, а ученики 10 Б класса в традиционной форме под руководством этого же учителя.

Педагогический эксперимент состоял из констатирующего и формирующего этапов. В качестве основного критерия отбора классов для участия в эксперименте был определен средний балл обучения по математике. На момент начала эксперимента в 10 Б и 10 Г классах средний балл был равен 3,45 и 3,40 соответственно. С целью более объективной оценки успеваемости класса до начала эксперимента на его констатирующем этапе было проведено тестирование учеников на проверку остаточных знаний. Задания для входного контроля были разработаны учителем математики. Результаты входного тестирования представлены в виде оценок в Таблице 1.

Таблица 1. Результаты входного контроля на констатирующем этапе эксперимента

Первая группа (экспериментальная), 10 Г класс N ₁ =22 ученика	Вторая группа (контрольная), 10 Б класс N ₂ =20 учеников
5, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 2	5, 5, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 2, 2

Для определения объективности полученных результатов входного тестирования нами была произведена их статистическая обработка методом Стьюдента. В данном случае t-критерий Стьюдента был применён для проверки гипотезы о равенстве генеральных средних двух независимых, несвязных выборок. Количество испытуемых в группах различно. Выдвинем гипотезу Н₀, которую необходимо проверить: на констатирующем этапе педагогического эксперимента учащиеся экспериментальной группы показывают в среднем такой же результат знаний, как и контрольной группы.

Среднее арифметическое в первой и во второй группах равны $x_{cp}=3,409$ и $y_{cp}=3,450$ соответственно. Далее определяем стандартное отклонение, которое в нашем случае будет равно $\sigma_x=0,443722944$ для экспериментальной группы и $\sigma_y=0,681578947$ для контрольной группы. Следующим шагом определяем значение t-критерия Стьюдента, полученное в результате эксперимента. В нашем случае значения t эмпирическое равно $t_{эмп}=0,175641555$, а число степеней свободы равно $k=n_1+n_2-2=22+20-2=40$. По Таблице критических значений для критерия Стьюдента определим значение $t_{крит}$ для нашего случая. Табличное значение $t_{крит}=2,0211$ при уровне значимости равной 5% или 0,05. Сравнивая полученное в эксперименте значение $t_{эмп}$ с табличным значением с учетом степеней свободы, получаем, что $t_{эмп}<t_{крит}$, поэтому есть основания принять гипотезу H_0 о том, что на констатирующем этапе педагогического эксперимента учащиеся экспериментальной группы показывают в среднем такой же результат знаний, как и контрольной группы. Следовательно, возможно сделать вывод о том, что на момент начала эксперимента у обеих групп были примерно одинаковые знания по математике.

В поддержку педагогического эксперимента по предлагаемой автором модели предметной цифровой образовательной среды был разработан электронный курс с использованием возможностей сервиса Google Класс, как системы управления обучением. Основной целью создания такого электронного курса является обеспечение доступности, открытости, мобильности, интерактивности, гибкости и персонификации обучения. На первом уроке учителем было проведено вводное установочное занятие, носящее информационно-объяснительную функцию, где учитель обозначил цель организации обучения посредством цифровой образовательной среды, план и логику обучения, разъяснил методы и способы работы в электронном курсе, а также очно на уроках в школе [32]. Также на данном занятии ученики записались на курс и выполнили задания, предложенные учителем, заработав при этом первые баллы.

Данный курс был разработан для того, чтобы обеспечить участников педагогического эксперимента единой площадкой с возможностью взаимодействовать и решать организационные задачи вне очных занятий. Посредством данного курса учитель давал задания в режимах онлайн и офлайн, оценивал их, а ученики могли видеть структуру и траекторию своего обучения, а также свой цифровой след по освоению изучаемых тем. При организации учебного процесса в цифровой среде у учителя появилась возможность больше времени уделять практике решения математических задач на уроке и организации отработки математических навыков вне его с использованием различных математических тренажеров, онлайн ресурсов и сервисов, а также образовательных платформ. Отметим, что такая организация работы с использованием электронного курса позволила ученикам не только освоить данную тему, но способствовала еще большему развитию их цифровых компетенций.

Образовательный контент электронного курса разделен на содержательные блоки по изучаемым учениками темам, соответствующим календарно-тематическому планированию учителя и его рабочей программе. Каждый содержательный блок состоит из теоретического материала по теме, изученной на уроке; практических заданий для самостоятельного выполнения, которые ученики отправляли на проверку учителю в самом курсе, а также тренажеров, ресурсов и сервисов для отработки математических навыков; ссылок на источники дополнительной информации, расширяющую кругозор учеников по изучаемым темам. Отметим, что такая организация процесса обучения даёт возможность ученикам при необходимости иметь доступ к учебным материалам в любое удобное время, обеспечивая гибкость и мобильность обучения.

Организация образовательного процесса в условиях предметной цифровой среды приобретает новый смысл. Обучение становится более интерактивными, персонализированным, мультимедийным, доступным. Именно поэтому интерактивный теоретический контент должен быть неотъемлемой частью электронных курсов, обеспечивающей фундаментальную теоретическую составляющую образовательного процесса. Определенная часть теоретического материала базируется на его освоении учениками на электронном курсе с последующим обсуждением изученных вопросов на уроках. Такая организация не исключает объяснения теоретического материала учителем на уроке, а наоборот расширяет содержание учебного материала, позволяя ученику в интересной и гибкой форме самостоятельно изучить или повторить теоретический материал в виде интерактивных элементов курса, видео материалов, контента образовательных платформ и интернет-ресурсов.

Организация процесса обучения посредством цифровой образовательной среды обеспечивает учителя возможностью организовать интерактивную схему представления учебного материала, которая позволяет реализовать различные варианты обучения для учеников. С целью самоконтроля усвоения теоретического материала используются тесты, практические задания, тренажеры, математические игры и др. При необходимости учитель на уроке может рассмотреть учебный материал, который вызвал определенные затруднения у учеников при самостоятельной работе в цифровой среде.

Следует отметить, что при организации обучения посредством цифровой образовательной среды для учеников была организована возможность коммуникации в цифровой среде через чаты электронного курса. Здесь участники электронного курса задавали вопросы не только учителю, но и друг другу, обсуждали проблемы, которые возникали при выполнении практических заданий и решении математических задач и примеров. Отметим, что организация возможности коммуникации в цифровой среде вне уроков позволяет учителю оценить уровень владения учениками теоретическим материалом и владения понятийным аппаратом.

Для более эффективного процесса обучения в цифровой образовательной среде учителем была организована возможность обратной связи путем рефлексии своей деятельности учениками. После изучения образовательного модуля ученики оформляли эссе-рефлексию и отправляли учителю в цифровой среде, что позволило учителю своевременно анализировать полученные результаты и корректировать траекторию обучения учеников.

Обучение в цифровой образовательной среде, построенной по предлагаемой модели, позволило реализовать дифференцированный подход в обучении и выстроить индивидуальные образовательные траектории для каждого ученика. Например, в период с 1 мая по 10 мая 2022 года во время проведения эксперимента в классе, участвовавшем в нем, были ученики, которые не имели возможности присутствовать очно на уроках в школе. Но, благодаря организации обучения в цифровой среде, они были активными участниками образовательного процесса по математике. Ученики имели возможность активно работать на электронном курсе, пользовались математическими цифровыми инструментами при изучении нового учебного материала, использовали тренажеры, математические игры для отработки навыков, а также различные интернет-ресурсы, онлайн сервисы и образовательные платформы.

В процессе обучения учеников в условиях цифровой среды на протяжении всего эксперимента проводился мониторинг их результатов и оценивалась динамика работы в электронном курсе и обучения в целом, что способствовало побуждению более высокой мотивации к обучению.

На этапе завершения эксперимента ученикам было предложено выполнить задания выходного контроля. На Рисунке 2 представлена динамика обучения учеников 10 Г класса в сравнении результатов входного и выходного контролей. Как видно из диаграммы у большей части учеников прослеживается положительная динамика результатов обучения.

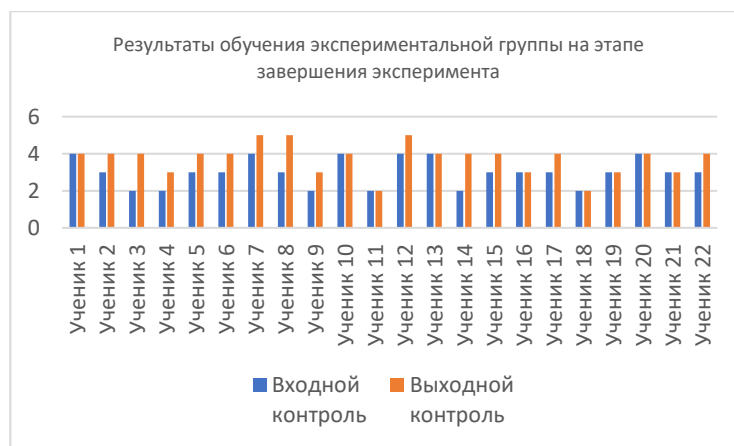


Рисунок 2. Сравнение результатов входного и выходного контроля участников экспериментальной группы

Задания выходного контроля также выполнили и ученики 10 Б класса. По завершению эксперимента ученикам 10 Г и 10 Б классов было предложено пройти выходное тестирование. Результаты данного тестирования представлены на диаграмме Рисунка 3.

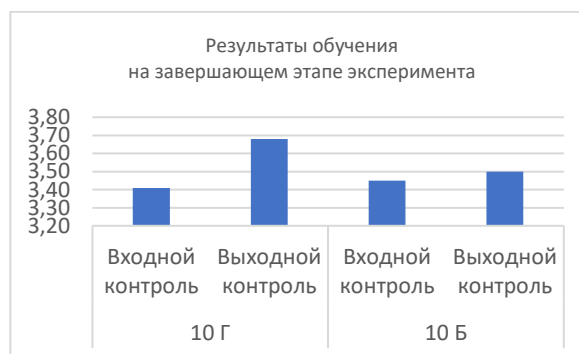


Рисунок 3. Результаты обучения участников эксперимента на завершающем этапе

Проанализировав данные, представленные на Рисунке 3, можно сделать вывод о том, что в среднем показатель сформированности знаний и умений по математике учеников 10 Г увеличился больше, чем у учеников 10 Б класса. Отметим, что средний балл на входном контроле у учеников 10 Б класса был выше, чем у учеников 10 Г класса.

Следующим этапом данного исследования стала статистическая обработка результатов педагогического эксперимента методом Стьюдента. Пропишем гипотезу H_0 , которую необходимо проверить: учащиеся экспериментальной группы показывают в среднем такой же результат знаний, как и контрольной группы.

В двух группах учащихся – экспериментальной и контрольной – получены следующие результаты обучения по математике, представленные в Таблице 2. Результаты представлены в виде оценок за контрольную работу по изученным темам.

Таблица 2. Результаты выходного контроля на тапе завершения эксперимента

Первая группа (экспериментальная) $N_1=22$ ученика	Вторая группа (контрольная) $N_2=20$ учеников
5, 5, 5, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 3, 3, 3, 3, 3, 2, 2	5, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 2

Среднее арифметическое в первой и во второй группах равны $x_{cp}=3,68$ и $u_{cp}=3,50$ соответственно. Далее определяем стандартное отклонение, которое в нашем случае будет равно $\sigma_x=0,761905$ для экспериментальной группы и $\sigma_y=0,473684$ для контрольной группы. Находим стандартную ошибку разности средних арифметических, которая в нашем случае будет равна $\sigma_{x-y} = 0,2899113$. Число степеней свободы равно $k=n_1+n_2-2=22+20-2=40$.

Посчитав статистику критерия, получаем значение $t_{эмп} = 2,0705$. По Таблице критических значений для критерия Стьюдента определим $t_{крит}$ для нашего случая. Табличное значение $t_{крит} = 2,0211$ при уровне значимости равному 5%. Сравнивая полученное в эксперименте значение t с табличным значением с учетом степеней свободы, получаем, что $t_{эмп} > t_{крит}$. Так как полученное в эксперименте значение t превышает табличное, есть основания принять альтернативную гипотезу (H_1) о том, что учащиеся экспериментальной группы показали в среднем более высокий уровень знаний по изученной теме. Следовательно, возможно сделать вывод об эффективности экспериментального обучения на основе предметной цифровой образовательной среды, построенной по предлагаемой модели.

Обсуждение и заключения

Итак, на основе проанализированной научной литературы и исследовательских статей, автором представлена модель предметной цифровой образовательной среды инструментального характера, в которой ключевая роль отводится цифровым инструментам педагога общего назначения, а также специализированным цифровым инструментам, позволяющим учесть специфику преподаваемого предмета. Выделены и описаны условия эффективной организации обучения школьников посредством предметной цифровой образовательной среды, к которым автор отнес необходимость создания предметной цифровой образовательной среды на основе системы управления обучением; определение к структурным элементам цифровой среды элементов, обеспечивающих участников учебного процесса средствами коммуникации, быстрой обратной связи, а также цифровых инструментов и ресурсов, позволяющие учителю выстроить процесс обучения по своему замыслу, создавая свой авторский контент и используя уже имеющийся в виде содержания образовательных платформ. Проведение педагогического эксперимента позволило подтвердить эффективность организации процесса обучения математике посредством цифровой образовательной среды, построенной по предлагаемой модели.

Список литературы

1. Галимуллина Э. З., Любимова Е. М. Цифровые инструменты в организации образовательной среды // Педагогическое образование. Новые вызовы и цели. Материалы VII Международного форума по педагогическому образованию. Сборник научных трудов Часть I. Казань – 2021. С. 225–232 URL: https://kpfu.ru/portal/docs/F_497454690/1.tom.pdf
2. Приказ Министерства просвещения РФ от 2 декабря 2019 г. N 649 «Об утверждении Целевой модели цифровой образовательной среды»
3. Галимуллина Э.З. Компонентный состав цифровой образовательной среды педагога // Современные проблемы науки и образования. – 2022. – № 4. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=31968>
4. Галимуллина, Э.З. Модель предметной цифровой образовательной среды / Э. З. Галимуллина // Вестник Ошского государственного педагогического университета имени А. Мырсабекова. – 2022. – № 1–1(19). – С. 121–128.
5. Роберт И. В. Современные информационные технологии в образовании: дидактические проблемы; перспективы использования. – 2010.

6. Чошанов М. А. Е-дидактика: Новый взгляд на теорию обучения в эпоху цифровых технологий // Образовательные технологии и общество. – 2013. – Т. 16. – №. 3. – С. 684–696.
7. Pratiwi W. R. The practice of digital learning (D-Learning) in the study from home (SFH) policy: teachers' perceptions // Journal of Southwest Jiaotong University. – 2020. – Т. 55. – №. 4.
8. Вайндорф-Сысоева М. Е., Субочева М. Л. «Цифровое образование» как системообразующая категория: подходы к определению // Вестник МГОУ. Серия: Педагогика. 2018. № 3. С. 25–36.
9. Рабинович П. Д. и др. Цифровая трансформация образования: от изменения средств к развитию деятельности // Информатика и образование. – 2020. – №. 5. – С. 4.
10. Носкова Т. Н. Педагогическая сущность виртуальной образовательной среды // Известия Российского государственного педагогического университета им. АИ Герцена. – 2014. – №. 167. – С. 183–194.
11. Уваров А. Ю. Цифровая трансформация и сценарии развития общего образования // М.: НИУ ВШЭ. – 2020. – Т. 108.; Блинов В. И., Сергеев И. С., Есенина Е. Ю. Основные идеи дидактической концепции цифрового профессионального образования и обучения // М.: Издательство «Перо». – 2019. – С. 4–5.
12. Лапин В.Г. Цифровая образовательная среда как условие обеспечения качества подготовки студентов в среднем профессиональном образовании // Инновационное развитие профессионального образования. 2019. № 1 (21). С. 55–59.
13. Шилова О. Н. Цифровая образовательная среда: педагогический взгляд // Современные проблемы образования и повышения квалификации педагогических кадров. 2020. №2 (63). С.36-41.
14. Абрамский М.М. Управление данными в современных цифровых образовательных средах // Информационное общество. 2019. № 1–2. С. 82–91.
15. Природова О. Ф., Данилова А. В., Моргун А. Н. Структура цифровой образовательной среды: нормативно-правовые и методические аспекты // Педагогика и психология образования. 2020. № 1. С. 9–30. 001: 10.31862/2500-297X-2020-1-9-30
16. Бударина А.О., Локша О.М. Использование электронного портфолио в системе педагогического образования как элемента организации цифровой образовательной среды // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. Серия: Филология, педагогика, психология. 2018. № 4. С. 87–95.
17. Жигалова О. П. Формирование образовательной среды в условиях цифровой трансформации общества // Ученые записки Забайкальского государственного университета. 2019. Т. 14. № 2. С. 69–74. DOI: 10.21209/2658–7114-2019-14-2-69-74
18. Блинов В. И., Сергеев И. С., Есенина Е. Ю. Основные идеи дидактической концепции цифрового профессионального образования и обучения // М.: Издательство «Перо». – 2019. – С. 4–5.
19. Соловов А. В., Меньшикова А. А. Модели проектирования и функционирования цифровых образовательных сред // Высшее образование в России. – 2021. – №. 1. – С. 144–155.
20. Атанасян С.Л. Моделирование информационной образовательной среды педагогического вуза // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Информатизация образования. – 2008. – №. 2. – С. 17–22.
21. Shutikova M., Beshenkov S. Modern digital educational environment and media education-platforms for transforming education system // Медиаобразование. – 2020. – Т. 60. – №. 4. – С. 736–744.
22. Носкова Т. Дидактика цифровой среды. – Litres, 2022.

23. Кушнир М. Э. и др. Образовательная логистика в цифровой школе //Информатика и образование. – 2019. – Т. 9. – С. 5–11.
24. Лельчицкий И. Д., Сильченко А. П., Щербакова С. Ю. Теоретические основы проектирования структуры цифровой образовательной среды //Вестник ТвГУ. Серия: Педагогика и психология. – 2020. – №. 3. – С. 249–257.
25. Далингер В. А. Избранные вопросы информатизации школьного математического образования. – 2011.
26. Кулик Е.Ю. Система формирования готовности учителей к конструированию информационной образовательной среды предметного обучения: дис. ... канд. пед. наук. Саратов, 2004. 175 с.
27. Гаврилова М. А. (2012). Формирование и развитие профессиональной компетентности учителей-математиков в системе непрерывного педагогического образования: дис. ... доктор педагогических наук: 13.00.08: защищена 27.03.2012 / М. А. Гаврилова. - Москва: 2012 - ФИРО.
28. Галимуллина Э. З., Хузеева Ф. Ф. Цифровая образовательная среда обучения программированию детей младшего школьного возраста //Современные проблемы науки и образования. – 2021. – №. 3. URL: <https://science-education.ru/article/view?id=30931>
29. Галимуллина Э.З. Цифровая образовательная среда педагога и ее компоненты / Э.З. Галимуллина // Лучшие практики общего и дополнительного образования по естественно-научным и техническим дисциплинам: сборник материалов II Всероссийской научно-практической конференции, посвященной памяти академика РАН К.А. Валиева, г. Елабуга, 15 января 2022 г. – Казань: Казан.ун-т, 2022. – С. 100–107.
30. Галимуллина Э. З., Бочкарева А. В. Применение облачных сервисов для разработки цифровой образовательной среды педагога // Современные проблемы науки и образования. – 2021. – № 5.; URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=31094>
31. Галимуллина Э. З., Шайхутдинова Л. М. Обзор цифровых инструментов педагога для организации дистанционного обучения. / Э.З. Галимуллина, Л. М. Шайхутдинова // Скиф. Вопросы студенческой науки. - 2021. - №4 (56). - С. 155–160.
32. Elena Merzon, Elvira Galimullina, Elena Ljubimova, The model of smart trajectory of teacher training. Cases on Smart Learning Environments (pp. 164–187). Hershey, PA: IGI Global. Darshan Singh, A., Raghunathan, S., Robeck, E., & Sharma, B. (2019). doi:10.4018/978-1-5225-6136-1

Информация об авторе

Галимуллина Эльвира Зуфаровна, старший преподаватель кафедры математики и прикладной информатики, Елабужский институт Казанского федерального университета, Елабуга, Татарстан, Российская Федерация. **E-mail:** Galimullina.Elvira@mail.ru

Information about the author

Elvira Z. Galimullina, Senior Lecturer of the Department of Mathematics and Applied Informatics, Yelabuga Institute of Kazan Federal University, Yelabuga, Tatarstan, Russian Federation. **E-mail:** Galimullina.Elvira@mail.ru