

Шмигирилова И.Б.* , Таджигитов А.А. , Дуткин М.А. 

Северо-Казахстанский университет им. М. Козыбаева, г. Петропавловск, Казахстан

*e-mail: irinankzu@mail.ru

МЕХАНИЗМЫ ПЕДАГОГИЧЕСКОЙ ПОДДЕРЖКИ В ОБУЧЕНИИ МАТЕМАТИКЕ: СКАФФОЛДИНГ КАК ТЕХНОЛОГИЯ СОПРОВОЖДЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Аннотация

В статье рассматривается технология скаффолдинга как один из эффективных механизмов педагогической поддержки. Освоение математики школьниками сопряжено со значительными трудностями, необходимость преодоления которых актуализирует значимость scaffold-поддержки обучающихся и поиска таких дидактических средств, которые обеспечивают постепенный переход учащихся к самостоятельному выполнению учебных действий. Целью работы является исследование дидактических возможностей технологии скаффолдинга и условий ее эффективной интеграции в учебный процесс в контексте обучения математике. В ходе теоретического исследования был осуществлен анализ и систематизация результатов научно-методических изысканий по проблеме образовательного скаффолдинга, который был дополнен обобщением педагогического опыта использования этой технологии в обучении математике. Эмпирический этап исследования, который включал анкетирование учителей математики, позволил выявить особенности восприятия скаффолдинга практикующими педагогами, а также методические и организационные трудности, связанные с недостаточной их готовностью к практическому использованию scaffold-поддержки в учебном процессе. Представленные выводы и рекомендации могут быть использованы для повышения эффективности способов педагогической поддержки учащихся и разработке программ повышения квалификации учителей.

Ключевые слова: технология скаффолдинга, педагогическая поддержка, развитие самостоятельности учащихся, повышения эффективности обучения, обучение математике.

И.Б. Шмигирилова*, А.А. Таджигитов, М.А. Дуткин

М. Қозыбаев атындағы Солтүстік Қазақстан университеті, Петропавл қ., Қазақстан
**МАТЕМАТИКАНЫ ОҚЫТУДАҒЫ ПЕДАГОГИКАЛЫҚ ҚОЛДАУ ТЕТІКТЕРІ:
СКАФФОЛДИНГ ОҚУ ҚЫЗМЕТІН СҮЙЕМЕЛДЕУ ТЕХНОЛОГИЯСЫ РЕТІНДЕ**

Аңдатпа

Мақалада скаффолдинг технологиясы педагогикалық қолдаудың тиімді тетіктерінің бірі ретінде қарастырылады. Оқушылардың математиканы меңгеруі айтарлықтай қиындықтармен байланысты, оларды жеңу қажеттілігі scaffold қолдауын білім алушыларды қолдаудың және оқушылардың оқу іс-әрекеттерін өз бетінше орындауға біртіндеп көшуін қамтамасыз ететін осындай дидактикалық құралдарды іздеудің маңыздылығын өзектендіреді. Жұмыстың мақсаты – скаффолдинг технологиясының дидактикалық мүмкіндіктерін және оның математиканы оқыту контекстінде оқу процесіне тиімді интеграциялану шарттарын зерттеу. Теориялық зерттеу барысында білім беру скаффолдинг мәселесі бойынша ғылыми-әдістемелік зерттеулердің нәтижелерін талдау және жүйелеу жүзеге асырылды, ол математиканы оқытуда осы технологияны қолданудың педагогикалық тәжірибесін жалпылаумен толықтырылды. Математика мұғалімдерінің сауалнамасын қамтитын зерттеудің эмпирикалық кезеңі тәжірибешілердің скаффолдингті қабылдау ерекшеліктерін, сондай-ақ олардың оқу процесінде scaffold қолдауын практикалық қолдануға дайын болмауына байланысты әдістемелік және ұйымдастырушылық қиындықтарды анықтауға мүмкіндік берді. Ұсынылған тұжырымдар мен ұсыныстар оқушыларды педагогикалық қолдау әдістерінің тиімділігін арттыру және мұғалімдердің біліктілігін арттыру бағдарламаларын әзірлеу үшін пайдаланылуы мүмкін.

Түйін сөздер: скаффолдинг технологиясы, педагогикалық қолдау, оқушылардың дербестігін дамыту, оқыту тиімділігін арттыру, математиканы оқыту.

I.B. Shmigirilova*, A.A. Tadzhitov, M.A. Dutkin

M. Kozybayev North Kazakhstan University, Petropavlovsk, Kazakhstan

PEDAGOGICAL SUPPORT MECHANISMS IN TEACHING MATHEMATICS: SCAFFOLDING AS A LEARNING SUPPORT TECHNOLOGY

Abstract

This article examines scaffolding technology as an effective pedagogical support mechanism. Schoolchildren's acquisition of mathematics is fraught with significant challenges, the need to overcome which highlights the importance of scaffold support for students and the search for didactic tools that facilitate their gradual transition to independent learning. The aim of this study is to investigate the didactic potential of scaffolding technology and the conditions for its effective integration into the educational process in the context of mathematics instruction. The theoretical study analyzed and systematized the results of scientific and methodological research on educational scaffolding, complemented by a summary of pedagogical experience using this technology in mathematics instruction. The empirical phase of the study, which included a survey of mathematics teachers, revealed the specific perceptions of scaffolding among practicing teachers, as well as the methodological and organizational difficulties associated with their lack of preparedness for the practical use of scaffold support in the educational process. The findings and recommendations presented can be used to improve the effectiveness of pedagogical support methods for students and to develop teacher professional development programs.

Keywords: scaffolding technology, pedagogical support, developing student independence, improving learning effectiveness, teaching mathematics.

Основные положения

Скаффолдинг интерпретируется в рамках конструктивистской парадигмы, подчеркивая совместное конструирование знаний посредством управляемого взаимодействия учителя и ученика.

Технология скаффолдинга обладает значительным потенциалом для повышения эффективности обучения математике, способствуя метакогнитивному росту учащихся и развитию их самостоятельности в обучении.

Успешность её внедрения зависит от методической готовности учителя, его умения разрабатывать уроки на основе скаффолдинга и понимания динамических и дифференцированных механизмов поддержки.

В преподавании математики скаффолдинг помогает управлять переходом от конкретных рассуждений к абстрактной формализации, способствуя системному пониманию и рефлексивному мышлению.

Введение

Современные школьники нередко испытывают затруднения при переходе от пассивного восприятия информации к активной познавательной деятельности. В условиях информатизации и обилия цифровых источников информации, обращение к которым не вызывает трудностей, школьники всё чаще демонстрируют зависимость от внешней помощи и недостаточную учебную самостоятельность. В то же время реализация задач, которые государство и общество сегодня ставят перед школьным образованием, требует от учителя не только передачи предметных знаний, но и формирования познавательной самостоятельности обучающихся, которая в свою очередь базируется на предметных и метапредметных учебных умениях. Поиск подходов к развитию учебной самостоятельности школьников обратил внимание на технологию скаффолдинга. Данная технология характеризуется в научно-методической литературе [1, 2] как средство поэтапной помощи, направленной на постепенное развитие самостоятельности ученика и как инструмент поддержки обучающихся в зоне их ближайшего развития.

Термин «скаффолдинг» (scaffolding (англ.) – строительные леса, подмости), относящейся к области когнитивной психологии, применительно к сфере обучения был впервые введен в 1976 году в работе Дж. Вуда и его соавторов [3]. Описывая процесс поддержки обучающемуся со стороны наставника при решении когнитивной задачи, исследователи провели аналогию со строительными лесами, обратив внимание на такие их общие свойства как: целенаправленность – использование для конкретной цели; структурированность – наличие структуры, в которой просматриваются отдельные элементы, связанные между собой; адаптивность – ориентированность на запросы конкретного пользователя (учащегося); временный характер – интенсивность поддержки постепенно снижается вплоть до полного исчезновения, когда учащиеся становятся более компетентными. Таким образом, скаффолдинг – это структурированная целенаправленная помощь обучающемуся со стороны более опытного наставника (учителя), обеспечивающая продвижение учащегося в готовности решать когнитивные задачи. Зародившийся в процессе изучения образовательных практик термин «скаффолдинг», получил широкое распространение в теоретических исследованиях по дидактическому проектированию и вернулся в практику обучения как педагогический подход.

Подавляющее большинство исследователей проблемы скаффолдинга отмечают, что эта технология теоретически напрямую связана с теорией Л.С. Выготского [4], которая подробно описывает взаимосвязь между обучением и развитием. Ключевой конструкт его теории «зона ближайшего развития» объясняет значение скаффолдинга в обучении: именно поддержка обучающегося со стороны учителя и/или сверстников позволяет ему реализовывать познавательную деятельность в зоне не актуального, а ближайшего развития, чего не могло бы случиться в случае отсутствия такой поддержки. А следовательно, методически грамотно спроектированный и внедренный в учебный процесс скаффолдинг – это прямой путь к развитию учащихся.

Анализ литературы [1, 2, 5, 6 и др.] позволяет выделить наиболее значимые требования технологии скаффолдинга, которые необходимо учитывать учителю при ее использовании в образовательном процессе:

- нацеленность на формирование когнитивной самостоятельности: главная задача поддержки не просто помочь учащемуся в выполнении задания, а обучение его стратегиям и инструментам, с помощью которых в будущем он сможет справляться с задачами без внешней помощи;

- планомерность и продуманная организация: методы и инструменты поддержки продумываются заранее, при планировании образовательного процесса, поддержка должна носить не разовый или эпизодический, а системный характер, органично и методически грамотно интегрирована в структуру урока или курса;

- индивидуализация: вид поддержки и временной период ее использования должен быть адаптирован под конкретного обучающегося, его уровень знаний, темп обучения, тип восприятия информации и мотивацию;

- разнообразие форм поддержки, которая может быть представлена визуальными подсказками (рисунками, таблицами, схемами, чек-листами), пошаговыми инструкциями, примерами, шаблонами и образцами выполнения заданий, которые могут быть выполнены на бумажном носителе или с использованием цифровых инструментов, а также устными комментариями и направляющими вопросами учителя.

В последнее десятилетие наблюдается заметный рост эмпирических исследований, направленных на оценку эффективности технологии скаффолдинга в различных образовательных контекстах. Метаанализы показывают, что использование педагогической поддержки оказывает статистически значимое влияние на результаты обучения, особенно в условиях онлайн- и смешанного обучения. Так, Б. Р. Белланд и его соавторы [6] обнаружили эффективность компьютерного скаффолдинга в STEM-дисциплинах, а в более поздней работе [7] подтвердилось наличие положительных результатов при разнообразии форм и методов

поддержки. При этом нельзя не согласиться с исследователями, когда они утверждают, что особое значение имеет метакогнитивный скаффолдинг, направленный на развитие навыков саморегуляции.

Важным направлением в исследованиях последних лет является разработка адаптивных алгоритмов автоматической редукции подсказок (fading), благодаря которым можно регулировать уровень поддержки в реальном времени. Исследования А. Мунши с соавторами [8] продемонстрировали, что использование цифровых инструментов, динамически изменяющих количество и детализацию подсказок на основе отслеживания действий учащегося, способствует развитию их самостоятельности и более глубокому усвоению материала. Эксперименты по сравнению различных стратегий fading демонстрируют, что постепенное снятие поддержки позволяет достичь лучших долгосрочных результатов, тогда как слишком ранняя редукция приводит к снижению эффективности обучения [5, 9].

Эмпирические данные [10] свидетельствуют о том, что при использовании технологии скаффолдинга в учебном процессе существенное значение имеет предметный контекст. Так, например, в обучении математике скаффолдинг особенно продуктивен на начальных этапах освоения сложных алгоритмов. При этом авторы [11] подчеркивают, что именно в математике важно не просто давать подсказки, а вести диалог, направлять рассуждения учащихся, адаптировать вопросы и задания к уровню их актуальных знаний и возможностей и при этом быть нацеленными на их развитие. В то же время в отечественном сегменте исследований обсуждаемой проблемы приоритет отдается отдельным работам, посвященным рассмотрению общих вопросов внедрения скаффолдинга для облегчения обучения и понимания [1] реализации идей скаффолдинга в обучении иностранным языкам [12–14], в том числе и в контексте CLIL, когда языковые практики интегрируются с другими предметными областями [15, 16]. При этом незаполненной нишей остается область исследований особенностей использования скаффолдинга при обучении естественным наукам и математике, что препятствует целостному представлению о возможностях данной технологии.

Цель статьи заключается в исследовании дидактических возможностей технологии скаффолдинга и условий ее эффективной интеграции в учебный процесс в контексте обучения математике.

Методология исследования

Методологическую основу исследования составляет системно-деятельностный подход, обеспечивающий целостное рассмотрение технологии скаффолдинга в контексте современной педагогической практики. В работе применены теоретические и эмпирические методы исследования. На теоретическом этапе осуществлялся анализ и обобщение отечественных и зарубежных научных источников по проблеме скаффолдинга с целью выявления ключевых концепций и тенденций развития технологии. Эмпирическая часть исследования включала анкетирование учителей математики, направленное на изучение их понимания, отношения и опыта использования скаффолдинга в образовательном процессе. В анкетировании приняли участие 84 школьных педагога. Для обработки результатов применялись методы количественного и качественного анализа, в том числе графическая интерпретация данных. В исследовании также использовались методы систематизации эффективных педагогических практик и конструирования образовательного процесса, что позволило разработать рекомендации по внедрению элементов скаффолдинга в преподавание математики.

Результаты исследования

Анкетирование учителей математики проводилось с использованием мессенджеров. Респондентам была разъяснена цель опроса. В опросе приняли участие 84 учителя математики: 48 – представители сельских школ, 36 – представители школ города. Представим анализ результатов ответов на ряд вопросов анкеты, которые отражают отношение учителей к

рассматриваемой технологии и особенности её применения в школьной практике обучения математике.

При ответе на вопрос «Знакомы ли вы с технологией скаффолдинга?» ни один из школьных педагогов не выбрал ответ, свидетельствующий о полном отсутствии хотя бы поверхностного знакомства с технологией (рис. 1). При этом только чуть более 14 % респондентов считают, что они глубоко знакомы с этой технологией. Большинство опрошенных (76,19%) знакомы с основными приемами скаффолдинга, которые и применяют в обучении.



Рисунок 1. Результаты ответов учителей на вопрос «Знакомы ли вы с технологией скаффолдинга?»

Как показывает анализ ответов на следующий вопрос (рис.2), большинство учителей математики относят к приемам скаффолдинга пошаговое объяснение алгоритма, использование визуальных схем и опор, наводящие вопросы и подсказки, а, например, такой важный прием, определяющий постепенное развитие учебной самостоятельности, как постепенное снятие помощи относят к технологии скаффолдинга только около 6 % педагогов.



Рисунок 2. Результаты ответов учителей на вопрос «Какие из перечисленных приёмов (можно выбрать несколько) вы относите к скаффолдингу?»

Выражая мнение о наиболее эффективных методах скаффолдинга респонденты отметили прежде всего индивидуальные подсказки и использование наглядных схем и карточек (рис. 3). Каждую из этих форм поддержки отметили около трети педагогов. Остальные формы скаффолдинга учителя-математики считают менее эффективными. Такое распределение ответов на данный вопрос, скорее всего, объясняется не различиями в эффективности самих форм скаффолдинга, а готовностью учителя к их реализации и частотой их использования.



Рисунок 3. Результаты выбора учителями наиболее эффективных форм скаффолдинга

На рисунке 4 представлены данные о степени согласия респондентов с высказываниями о технологии скаффолдинга. Большинство учителей согласны с утверждениями о том, что данная технология полезна при обучении решению задач повышенной сложности и помогает повысить понимание учащимися математики. Кроме того, у большинства педагогов сложилось мнение, с которым нельзя не согласиться, о том, что скаффолдинг требует от учителя дополнительных усилий и времени. позволяют предположить, что учителя математики в целом недостаточно освоили методику проектирования и применения средств скаффолдинга в образовательном процессе.

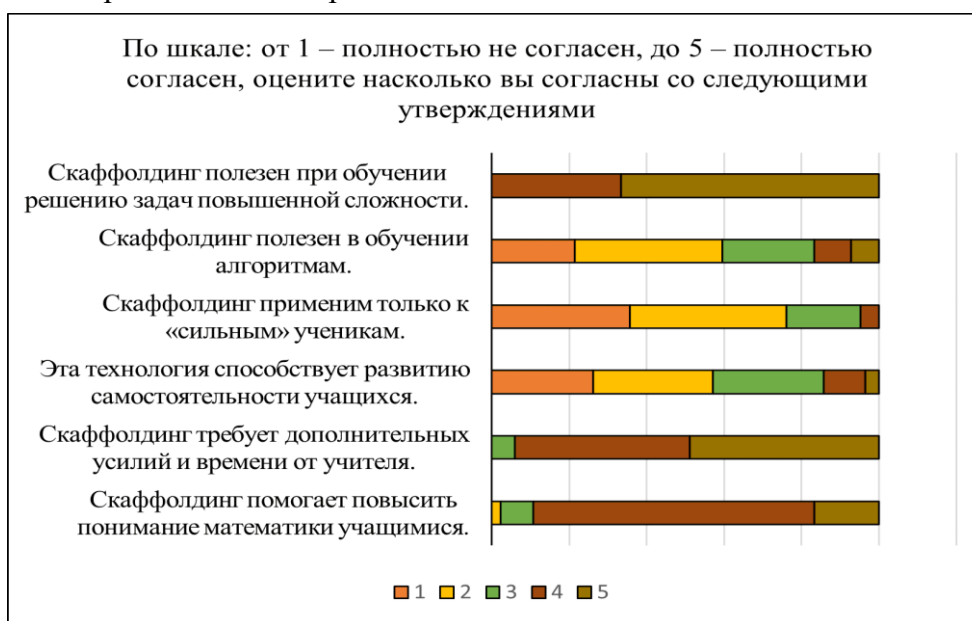


Рисунок 4. Результаты согласия учителей с высказываниями о технологии скаффолдинга

Примечательным является тот факт, что значительная часть респондентов выразила неуверенность в том, что использование технологии способствует развитию самостоятельности обучающихся. Полученные данные. Отвечая на открытый вопрос о трудностях, которые испытывают педагоги при разработке средств скаффолдинга и использовании их на уроках математики, респонденты прежде всего отметили сложность проектирования поддержки, отсутствие готовых методических разработок по реализации скаффолдинга в обучении математике и разный уровень обученности школьников и, как следствие, необходимость разрабатывать и одновременно реализовывать различные форматы поддержки.

Пищу для размышления о готовности учителей математики к использованию в образовательной практике приемов скаффолдинга дают и имеющиеся в большом количестве в сети их методических разработок и статей. Анализ этих публикаций дает основание утверждать, что, например, используемые педагогами наводящие вопросы в процессе поиска решения задач преимущественно носят характер прямых подсказок, направленных на получение конкретного ответа или осуществления конкретного шага решения задачи. Такая форма организации деятельности снижает продуктивную активность учащихся и ограничивает развитие их познавательной самостоятельности. В результате вопросы не выполняют функцию когнитивного скаффолдинга, то есть не способствуют постепенному продвижению обучающихся в зоне ближайшего развития. Эта же проблема была отмечена нами и при взаимодействии с педагогами в процессе работы педагогических мастерских [17].

Таким образом, результаты анкетирования и анализа работы практикующих учителей свидетельствуют, с одной стороны, об их интересе к технологии скаффолдинга, а с другой стороны, подтверждают необходимость повышения методической компетентности учителей математики, да и педагогов в целом, в области разработки и практической реализации scaffold-поддержки обучающихся. В связи с этим представляется целесообразным предложить ряд *методических рекомендаций*, направленных на эффективное внедрение scaffold-приемов в преподавание математики, которые разработаны на основе анализа научных источников, обобщения успешного педагогического опыта и собственного практического опыта авторов:

- необходимо заранее продумывать возможные затруднения учащихся, которые могут возникнуть при освоении предметного содержания или решения задачи, планировать конкретные формы и приемы поддержки для их преодоления;
- учителю необходимо помнить, что учащимся может потребоваться поддержка при выполнении любого вида познавательной деятельности
- важно задавать вопросы, не подсказывающие, что конкретно нужно сделать, чтобы решить задачу, а направляющие мышление учащихся, не заменяющие их мыслительную деятельность, а стимулирующие ее;
- полезно также использовать вопросы на осознание затруднений учащихся в ходе познавательной деятельности и их причин;
- способы и степень поддержки (вопросы, подсказки, уточнения) необходимо менять в зависимости от сложности задания, этапа решения и по мере освоения обучающимися предметного содержания;
- желательно использовать в обучении кейсы, построенные на самых распространенных ошибках учащихся при решении задач конкретного типа;
- организуя работу в группах, следует выстраивать степень и характер поддержки с учетом индивидуальных характеристик школьников, входящих в конкретную группу;
- полезно использовать вспомогательные задачи перед решением сложных задач;
- при необходимости нужно приводить в качестве опоры образец решения конкретного типа задач и организовывать специальную работу школьников для обеспечения понимания ими отдельных шагов решения;

- важно обучать учащихся приемам разбиения задачи (предметной или познавательной) на подзадачи;
- необходимо использовать средства когнитивной визуализации, соответствующие особенностям восприятия обучающихся;
- следует чаще использовать когнитивные диалоги, которые помогут школьникам не только решить конкретную предметную или познавательную задачу, но и станут образцом того, как нужно рассуждать, какие вопросы задавать самому себе при решении задач;
- важно обращаться к уже имеющемуся у обучающихся учебному опыту, в котором уже имеется основа для выполнения познавательной задачи;
- при организации взаимодействия учащихся между собой нужно варьировать роли «осуществляющий поддержку» и «принимаящий поддержку»;
- очень важно обучать школьников словесно выражать свое непонимание и объяснять свои затруднения, это позволит своевременно обратиться к scaffold-приемам и более индивидуально их адресовать.

Проиллюстрируем реализацию на уроках математики некоторых из приведенных рекомендаций по scaffold-поддержки обучающихся на конкретных примерах. Первый пример демонстрирует использования вопросов при работе с нестандартной задачей.

Пример 1. Школьникам предлагается следующая задача: как разделить отрезок пополам, если построение можно выполнять только в одной полуплоскости относительно прямой, содержащей данный отрезок? Организация процесса решения задачи через систему вопросов представлена в таблице 1.

Таблица 1. Организация процесса решения задачи на основе направляющих вопросов

№	Направляющие вопросы учителя	Мыслительная деятельность школьников	Требуемый ответ
1	Вспомните известное вам решение задачи на деление отрезка пополам: к построению какой фигуры сводится решение этой задачи?	Обращаются к имеющемуся опыту решения известной задачи, устанавливают, что точка являющаяся серединой отрезка – это точка пересечения данного отрезка с серединным перпендикуляром к нему.	К построению серединного перпендикуляра к данному отрезку.
2	Какое свойство серединного перпендикуляра к отрезку вы знаете? Если школьники будут затрудняться в ответе, полезно привести чертеж отрезка и серединного перпендикуляра к нему, рассмотреть несколько точек на серединном перпендикуляре и попросить школьников сравнить расстояние от каждой из этих точек до концов отрезка.	Соотносят свои знания с геометрической конструкцией, построенной при решении задачи на деление отрезка пополам.	Серединный перпендикуляр к отрезку является прямой, все точки которой равноудалены от концов отрезка.
3	Как можно задать любую прямую? В случае затруднения школьников предложить дополнительный	Вспоминают ранее изученный материал.	Любую прямую можно задать двумя точками.

	<i>вопрос: какую аксиому о прямой вы знаете?</i>		
4	<i>Сколько и каких точек нужно построить, чтобы провести через них серединный перпендикуляр к данному отрезку? Изобразите набросок, конструкции, которая должна получиться.</i>	<i>Соотносят ответы на два предыдущих вопроса, делают вывод.</i>	<i>Нужно построить две различные точки, каждая из которых находится на равном расстоянии от двух концов отрезка.</i>
5	<i>Поясните, как построить точку, которая находится на равном расстоянии от двух концов отрезка.</i>	<i>Повторение ранее изученного материала.</i>	<i>Нужно с помощью циркуля построить дуги окружности с центрами в концах отрезка и с равными радиусами большими половины длины отрезка. Точка пересечения этих дуг – искомая.</i>
6	<i>Точки пересечения окружностей в стандартной задаче деления отрезка пополам лежат в разных полуплоскостях относительно прямой, содержащей отрезок. Как построить две точки, принадлежащие одной полуплоскости, равноудаленные от концов отрезка?</i>	<i>Применение имеющегося опыта решения стандартной задачи в новой ситуации.</i>	<i>Можно построить две пары равных окружностей с центрами в концах отрезка, чтобы радиусы одной пары окружностей не были равны радиусам другой пары окружностей</i>

Решение этой нестандартной задачи строится не просто на знании того, как решается обычная стандартная задача на деление отрезка пополам (геометрия, 7 класс), но, прежде всего, на глубоком осмыслении свойств понятий «середина отрезка» и «серединный перпендикуляр к отрезку», а также на метапредметном умении переносить известные способы решения на новые задачные ситуации. Поэтому scaffold-поддержка должна быть направлена не только на работу с предметным материалом, но и на формирование указанного метапредметного умения. Подобный прием реализации скаффолдинга эффективен не только при решении задач в рамках коллективной работы со всем классом, но и при организации самостоятельной работы школьников групповой или индивидуальной. В таком случае учителю необходимо подготовить специальное дидактическое обеспечение, например, карточки с набором вопросов, отвечая на которые обучающие смогут обнаружить верную идею решения задачи. При этом, количество вопросов и их характер может варьироваться в зависимости от способностей школьников, их обученности характеристик восприятия.

Приведем пример дифференцированной поддержки групповой работы в рамках мини-исследования.

Пример 2. В ходе исследовательской работы школьникам необходимо обнаружить свойство корней квадратного уравнения, если сумма его коэффициентов равна 0. При этом для выполнения работы школьников разделили на группы: А – учащиеся, слабо успевающие по математике; В – учащиеся, имеющие средние способности к математике; С – учащиеся, способные к математике.

Предлагаемые карточки обеспечивают направленность мышления и структуру деятельности учащихся. Так в карточке для группы А, не только поэтапно описан алгоритм деятельности учащихся, но и предложен способ визуализации данных в форме таблицы, что облегчит школьникам поиск закономерностей. В карточке для группы В имеется только рекомендация того, в какой форме лучше фиксировать результаты. Структура утверждения,

которое должно стать итоговым результатом исследования в разной степени подробности имеется в карточках для групп А и В, а учащиеся группы С вывод должны будут делать самостоятельно. Также в карточках учтено, что обучающиеся из группы А, как правило, на выполнение заданий тратят больше времени, поэтому в их карточке отсутствует задание, касающееся получения обратного утверждения. При этом для группы С сложность заданий увеличена требованием доказать полученную теорему. Варьирование когнитивной сложности задачи, когда для получения одного и того же конкретного предметного знания разным группам учащихся необходимо выполнить задачи разного уровня сложности также само по себе можно считать формой скаффолдинга. Примеры scaffold-карточек представлены ниже.

Карточка для группы А

Задание. Найдите корни уравнений и заполните таблицу:

Уравнение	a	b	c	$a+b+c$	Корни уравнения
1) $x^2 + 5x - 6 = 0$					
2) $x^2 - 14x + 13 = 0$					
3) $4x^2 - 3x - 1 = 0$					

1. Каким свойством обладает сумма коэффициентов во всех этих уравнениях?
2. Какой закономерностью обладают корни каждого из этих уравнений?
3. Попробуйте сделать вывод, запишите его, вставив пропущенные слова в следующее утверждение: если сумма коэффициентов квадратного уравнения _____, то один корень уравнения _____, а второй корень уравнения _____.
4. Используя данный вывод, найдите корни уравнений: а) $x^2 + 8x - 9 = 0$; б) $2x^2 - 9x + 7 = 0$

Карточка для группы В

Задание. Найдите корни уравнений: а) $x^2 + 5x - 6 = 0$; б) $x^2 - 14x + 13 = 0$; в) $4x^2 - 3x - 1 = 0$.

1. Каким общим свойством обладают корни этих уравнений?
2. Очевидно, что свойство корней уравнений определяется особенностью их коэффициентов. Выпишите коэффициенты и установите зависимость между ними. Для более удобного анализа целесообразно результаты оформить в виде таблицы.
4. Какую закономерность вы заметили?
5. Сформулируйте вывод в виде теоремы в форме: если _____ квадратного уравнения _____, то один корень уравнения _____, а второй корень уравнения _____.
5. 6. Используя полученный вывод, найдите корни уравнений: а) $x^2 + 8x - 9 = 0$; б) $2x^2 - 9x + 7 = 0$.
7. Сформулируйте обратное утверждение: если один корень уравнения _____, а второй корень уравнения _____, то _____ квадратного уравнения _____.
8. Попробуйте проверить обратное утверждение, составив квадратное уравнение с корнями, обладающими заданным свойством.

Карточка для группы С

Задание. Найдите корни уравнений: а) $x^2 + 5x - 6 = 0$; б) $x^2 - 14x + 13 = 0$;
в) $4x^2 - 3x - 1 = 0$.

1. Каким общим свойством обладают корни этих уравнений?
2. Чем, по вашему мнению, обуславливаются свойства корней различных квадратных уравнений?
4. Какая общая особенность характерна для коэффициентов этих уравнений?
5. Сформулируйте вывод в виде теоремы (если..., то...) и докажите ее.
6. 6. Используя полученную теорему, найдите корни уравнений: а) $x^2 + 8x - 9 = 0$;
б) $2x^2 - 9x + 7 = 0$.
7. Верно ли обратное утверждение? Сформулируйте и проверьте его истинность.

Заметим, что в реальной практике учебного процесса в каждом классе могут быть и школьники, которые по уровню обученности и способностям к математической деятельности могут занимать промежуточное положение: между А и В или между В и С. В таком случае, учитель, объединяя в группы таких школьников для подобной работы, должен позаботиться о разработке, которые также будут промежуточными вариантами между карточками групп А и В или В и С.

Подобные наборы направляющих вопросов и дидактические карточки, как и другие средства и формы скаффолдинга, по своей сути, представляют собой когнитивное структурирование процесса обучения, который влечет за собой и развития учащихся, поскольку обеспечивает не только ориентировочную структуру познавательной деятельности, но и структуру путей мышления.

Наблюдение за мимикой, жестами, эмоциями и в целом за работой обучающихся без использования приемов скаффолдинга свидетельствует о том, что элементы понимания проявляются у учащихся как эклектичный набор действия, пока, наконец, не будут установлены нужные связи между имеющимся опытом обучающегося и требованием познавательной задачи. При предъявлении им наводящих вопросов, при использовании ими scaffold-карточек или других средств поддержки такие связи образуются быстрее. Тогда задачей учителя становится постепенное прекращение поддержки с целью формирования у школьников познавательной самостоятельности, а также обеспечения освоения ими приемов самоподдержки.

Фиксация способов и приемов мыслительной деятельности в собственном опыте обучающихся как раз и является условием их интеллектуального развития. Для лучшего закрепления школьниками метапредметных умений, интеллектуальных навыков и общих подходов к решению поставленной задачи учитель может использовать рефлексивные вопросы, например, такие: Какой из этапов работы был для тебя самым трудным и почему? В чем заключалась главная трудность? Что помешало тебе сразу увидеть путь решения задачи? Какие данные в условии задания (задачи) подсказывают тебе способ для его выполнения (решения)? Как тебе помогли вопросы (рекомендации, указания, подсказки) учителя? Смог бы ты сам следующий раз формулировать для себя направляющие вопросы? Можно ли сформулировать обобщенный алгоритм той деятельности, которую ты выполнял сегодня?

Дискуссия

Полученные результаты подтверждают, что технология скаффолдинга обладает значительным потенциалом в направлении повышения эффективности обучения математике. Однако успешность её применения во многом определяется готовностью педагога проектировать и реализовывать методические и организационные условия, отвечающие требованиям данной технологии. При этом анализ проведенного анкетирования показал, что

большинство учителей осознают важность поэтапной поддержки учащихся, но не всегда имеют чёткое представление о формах и механизмах реализации скаффолдинга на уроках. Это свидетельствует о необходимости целенаправленного формирования педагогической готовности к использованию данной технологии.

Представленные примеры scaffold-поддержки демонстрируют, что внедрение скаффолдинга должно преследовать кроме сиюминутной цели решения конкретной метакогнитивных умений, повышает уровень самостоятельности при решении учебных задач и стимулирует рефлексию собственных способов мышления. При этом особенно эффективно использование дифференцированной поддержки, учитывающей личностные особенности школьников, а также динамического скаффолдинга, предполагающего постепенное снятие внешних опор по мере формирования у учащихся устойчивых учебных действий. Кроме того, учителю необходимо помнить, что поддержка обучающимся может потребоваться в любой момент его познавательной деятельности, даже в процессе чтения ими материала учебника [18].

Сравнение полученных данных с результатами ранее проведённых исследований позволяет заключить, что эффективность скаффолдинга возрастает при условии его интеграции в целостную методическую систему урока, где внешняя помощь согласуется с когнитивной сложностью учебных заданий. В этом контексте важным является не только сам факт использования приёмов поддержки, но и своевременность их предоставления, вариативность и ориентация на индивидуальные особенности учащихся. При этом, поскольку в существующих научно-методических источниках обнаруживается разброс позиций и мнений, того каким образом может быть обеспечена в учебном процессе эффективность приемом скаффолдинга, методические рекомендации, представленные в статье, обобщают, развивают и конкретизируют идеи и условия, необходимые для продуктивной scaffold-поддержки.

Обобщение результатов теоретического и эмпирического исследования приводит к мысли, что скаффолдинг следует рассматривать технологией отвечающей контексту конструктивистской парадигмы, согласно которой знания не передаются, а совместно конструируются посредством направленного взаимодействия учителя и ученика. То есть целью scaffold-поддержки является регулирование когнитивных и метакогнитивных процессов, обеспечивающих усвоения внешних структур мышления, для постепенного их превращения в часть интеллектуальной сферы личности. В этом смысле учитель выступает не только как источник временной поддержки, но и как конструктор зоны ближайшего развития учащихся, способный преобразовывать неявные формы руководства в инструменты саморегуляции.

В математическом образовании это методологическое направление особенно актуально, поскольку математическое мышление предполагает сложные переходы от конкретных рассуждений к абстрактной формализации. Скаффолдинг, позволяя структурировать процесс обучения как последовательность постепенно исчезающих опор, формирует системное представление школьников о математических фактах и способах их осмысления. С методологической точки зрения этот подход подчёркивает важность диагностики текущего уровня понимания учащегося и разработки такой траектории поддержки, которая в конечном счете приведет к познавательной самостоятельности. Следовательно, интеграцию скаффолдинга в обучение математике следует рассматривать не просто как набор методик, а как методологическую основу для организации развивающего обучения.

Заключение

Таким образом, исследование, подтверждая, что технология скаффолдинга является действенным инструментом дифференциации и персонализации обучения математике, нацеливает на дальнейшее ее развитие, углубление научно-методических оснований, разработку диагностических инструментов для оценки уровня сформированности учебной

самостоятельности учащихся и создания программ повышения квалификации учителей, направленных на овладение практикой проектирования scaffold-поддержки.

Полученные результаты имеют методологическое значение для проектирования развивающей образовательной среды и практическое для совершенствования программ повышения квалификации учителей, направленных на формирование готовности к использованию scaffold-поддержки в учебном процессе. Предложенные в статье методические рекомендации представляют собой обобщение требований для повышения эффективности способов педагогической поддержки учащихся в процессе познавательной деятельности в целом, и в обучении математике в частности.

Перспективы дальнейших исследований видятся в разработке диагностических средств для оценки уровня сформированности учебной самостоятельности учащихся и в создании моделей цифрового скаффолдинга, интегрируемых в современные цифровые образовательные платформы.

Список использованных источников

[1] Чернявская О.М., Колесникова А.М., Колесников Б.С., Применение технологии педагогической поддержки «скаффолдинг» в процессе обучения школьников. // Вестник КазНПУ имени Абая. Серия: Педагогические науки. – 2023. – Т. 76(4). – С. 216–227. <https://doi.org/10.51889/7478.2022.41.60.022>.

[2] Курьян М.Л., Воронина Е.А. Применение технологии педагогической поддержки ("скаффолдинг") при обучении студентов эффективной обратной связи // Вестник Томского государственного университета. – 2020. – № 461. – С. 183–191. <https://doi.org/10.17223/15617793/461/22>

[3] Wood D., Bruner, J. S., Ross G. The role of tutoring in problem solving // *Journal of Child Psychology and Psychiatry*. – 1976. – vol. 17(2). – P.89–100.

[4] Выготский Л.С. Психология развития человека. – М.: Изд-во Смысл; Изд-во Эксмо, 2005. 1136 с.

[5] Zuo M., Kong S., M, Y., Hu Y., Xiao M. The effects of using scaffolding in online learning: A meta-analysis. // *Education Sciences*. – 2023. – vol. 13(7). – P. 1–12. <https://doi.org/10.3390/educsci13070705>

[6] Belland B. R., Walker A. E., Kim N. J., Lefler M. Synthesizing results from empirical research on computer-based scaffolding in STEM education: A meta-analysis // *Review of Educational Research*. – 2017. – vol. 87(2). – P. 309–344. <https://doi.org/10.3102/0034654316670999>

[7] Chen D., Zhang, Y., Luo, H. et al. Effects of group awareness support in CSCL on students' learning performance: A three-level meta-analysis // *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning*. – 2024. – vol. 19. – P. 97–129. <https://doi.org/10.1007/s11412-024-09418-3>

[8] Munshi A., Biswas G., Baker R., Ocumpaugh, J., Hutt S., Paquette L. Analyzing adaptive scaffolds that help students develop self-regulated learning behaviors // *Journal of Computer Assisted Learning*. – 2022. – vol. 39(2). – P. 351–368. <https://doi.org/10.1111/jcal.12761>

[9] Han Y., Luo T., Yang X., Jiang L. (2021). Fading scaffolds for better online learning? A comparative analysis of three scaffolding practices. In D. Ifenthaler & D. K. Mah (Eds.), *Digital learning in higher education: Emerging approaches and technologies*. – Springer, 2021. – P. 123–138. https://doi.org/10.1007/978-3-030-71778-0_8

[10] Van de Pol J., Volman M., Beishuizen J. Scaffolding in teacher–student interaction: A decade of research // *Educational Psychology Review*. – 2010. – vol. 22(3), – P. 271–296. <https://doi.org/10.1007/s10648-010-9127-6>

[11] Bakker A., Smit J., Wegeri, R. Scaffolding and dialogic teaching in mathematics education: introduction and review // *ZDM Mathematics Education*. – 2015. – vol. 47. – P. 1047–1065. <https://doi.org/10.1007/s11858-015-0738-8>

[12] Rizakhoyayeva G.A. Saipullayeva M.A., Shalabayeva L., Alzhanova A.O. The impact of scaffolding approach on advancing communication skills // *BULLETIN of Ablai Khan KazUIRandWL Series «Pedagogical sciences»*. – 2025. – No 1(76). – . 181 – 194

[13] Seitova M., Makkambayeva F. English learners' attitudes towards developing reading strategies through scaffolding // *Journal of Educational Sciences*. – 2023. – No 75(2). – P. 108–116. <https://doi.org/10.26577/JES.2023.v75.i2.010>,

[14] Tastemir M., Seidalievya G.O. Improving reading strategies for english language learners using scaffolding: a pedagogical approach // *Bulletin of Abai KazNPU. Series of Philological Sciences.* – 2025. – No 92(2). – P. 138–145. <https://doi.org/10.51889/2959-5657.2025.92.2.014>

[15] Ибрагимова Э. Пәндік-тілді кіріктіре оқыту технологиясында скаффолдинг әдісін іске асыру арқылы биология сабағын ұйымдастыру // *Scientific Journal of Pedagogy and Economics.* – 2023. – Т. 404(4). – С. 143–157. <https://doi.org/10.32014/2023.2518-1467.541>

[16] Какимова М.Е., Сабиева Е.В., Енсеженова Г.Ж. Роль методической поддержки (скаффолдинга) в предметно-языковом обучении: визуализация обучения через системно-функциональный мультимодальный подход // *Вестник Казахского национального женского педагогического университета.* – 2021. – № 1(85). – С. 136–145. <https://doi.org/10.52512/2306-5079-2021-85-1-136-145>

[17] Шмигирилова И.Б., Рванова А.С., Таджигитов А.А. Педагогическая мастерская как форма развития оценочной компетентности учителя математики // *Современные проблемы науки и образования.* – 2020. – № 6. – С. 87–96.

[18] Шмигирилова И.Б., Дарбаева Д.К. Формирование у школьников умений работать с математическим текстом // *Современные тенденции естественно-математического образования: школа – вуз. Материалы XI Всероссийской научно-практической конференции с международным участием.* – Соликамск, 2022. – С. 16–20.

References

[1] Chernyavskaya O.M., Kolesnikova A.M., Kolesnikov B.S., *Primeneniye tekhnologii pedagogicheskoy podderzhki «scaffolding» v protsesse obucheniya shkol'nikov.* Vestnik KazNPU imeni Abaya. Seriya: Pedagogicheskiye nauki. 2023. T. 76(4). S. 216–227. <https://doi.org/10.51889/7478.2022.41.60.022>.

[2] Kur'yan M.L., Voronina Ye.A. *Primeneniye tekhnologii pedagogicheskoy podderzhki ("scaffolding") pri obuchenii studentov effektivnoy obratnoy svyazi.* Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. 2020. № 461. S. 183–191. <https://doi.org/10.17223/15617793/461/22>

[3] Wood D., Bruner, J. S., Ross G. *The role of tutoring in problem solving.* Journal of Child Psychology and Psychiatry. 1976. vol. 17(2). P.89–100.

[4] Vygotskiy L.S. *Psikhologiya razvitiya cheloveka.* M.: Izd-vo Smysl; Izd-vo Eksmo, 2005. 1136 s.

[5] Zuo M., Kong S., M, Y., Hu Y., Xiao M. *The effects of using scaffolding in online learning: A meta-analysis.* // *Education Sciences.* 2023. vol. 13(7). P. 1–12. <https://doi.org/10.3390/educsci13070705>

[6] Belland B. R., Walker A. E., Kim N. J., Lefler M. *Synthesizing results from empirical research on computer-based scaffolding in STEM education: A meta-analysis.* Review of Educational Research. 2017. vol. 87(2). P. 309–344. <https://doi.org/10.3102/0034654316670999>

[7] Chen D., Zhang, Y., Luo, H. et al. *Effects of group awareness support in CSCL on students' learning performance: A three-level meta-analysis.* / *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning.* 2024. vol. 19. P. 97–129. <https://doi.org/10.1007/s11412-024-09418-3>

[8] Munshi A., Biswas G., Baker R., Ocumpaugh, J., Hutt S., Paquette L. *Analyzing adaptive scaffolds that help students develop self-regulated learning behaviors.* Journal of Computer Assisted Learning. 2022. vol. 39(2). P. 351–368. <https://doi.org/10.1111/jcal.12761>

[9] Han Y., Luo T., Yang X., Jiang L. (2021). *Fading scaffolds for better online learning? A comparative analysis of three scaffolding practices.* In D. Ifenthaler & D. K. Mah (Eds.), *Digital learning in higher education: Emerging approaches and technologies.* Springer, 2021. P. 123–138. https://doi.org/10.1007/978-3-030-71778-0_8

[10] Van de Pol J., Volman M., Beishuizen J. *Scaffolding in teacher–student interaction: A decade of research.* Educational Psychology Review. 2010. vol. 22(3), P. 271–296. <https://doi.org/10.1007/s10648-010-9127-6>

[11] Bakker A., Smit J., Wegeri, R. *Scaffolding and dialogic teaching in mathematics education: introduction and review.* ZDM Mathematics Education. 2015. vol. 47. P. 1047–1065. <https://doi.org/10.1007/s11858-015-0738-8>

[12] Rizakhojayeva G.A. Saipullayeva M.A., Shalabayeva L., Alzhanova A.O. *The impact of scaffolding approach on advancing communication skills.* BULLETIN of Ablai Khan KazUIRandWL Series «Pedagogical sciences». 2025. No 1(76). P. 181 – 194

[13] Seitova M., Makkambayeva F. *English learners' attitudes towards developing reading strategies through scaffolding.* Journal of Educational Sciences. 2023. No 75(2). P. 108–116. <https://doi.org/10.26577/JES.2023.v75.i2.010>,

[14] Tastemir M., Seidaliyeva G.O. Improving reading strategies for english language learners using scaffolding: a pedagogical approach. *Bulletin of Abai KazNPU. Series of Philological Sciences*. 2025. No 92(2). P. 138–145. <https://doi.org/10.51889/2959-5657.2025.92.2.014>

[15] İbragimova É. Pändik-tildi kiriktire oqıtw texnologiyasında skaffolding ädisin iske asırw arqılı biölogiya sabağın uyımdastırw. *Scientific Journal of Pedagogy and Economics*. 2023. T. 404(4). S. 143–157. <https://doi.org/10.32014/2023.2518-1467.541>

[16] Kakimova M.Ye., Sabiyeva Ye.V., Yensegenova G.ZH. Rol' metodicheskoy podderzhki (skaffoldinga) v predmetno-yazykovom obuchenii: vizualizatsiya obucheniya cherez sistemno-funktsional'nyy mul'timodal'nyy podkhod. *Vestnik Kazakhskogo natsional'nogo zhenskogo pedagogicheskogo universiteta*. 2021. № 1(85). S. 136–145: <https://doi.org/10.52512/2306-5079-2021-85-1-136-145>

[17] Shmigirilova I.B., Rvanova A.S., Tadzhitov A.A. Pedagogicheskaya masterskaya kak forma razvitiya otsenochnoy kompetentnosti uchitelya matematiki. *Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya*. 2020. № 6. S. 87–96.

[18] Shmigirilova I.B., Darbayeva D.K. Formirovaniye u shkol'nikov umeniy rabotat' s matematicheskim tekstom. *Sovremennyye tendentsii yestestvenno-matematicheskogo obrazovaniya: shkola – vuz. Materialy XI Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiyem. Solikamsk, 2022. S. 16–20.*