

12. Об утверждении Государственного образовательного стандарта основного общего образования : приказ Министерства образования и науки Донецкой народной республики от 07.08.2020 № 120-НП. — URL: <https://drive.google.com/file/d/1uRjH8XkNhhKj2ZeGVJfJYECmFqsw0Ok/view> (дата обращения: 06.04.2022).

13. Проект дидактической концепции цифрового профессионального образования и обучения / В. И. Блинов, М. В. Дулинов, Е. Ю. Есенина, И. С. Сергеев ; Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации, Федеральный институт развития образования, Научно-исследовательский центр профессионального образования и систем квалификаций. — Москва : Перо, 2019. — 37 с. — ISBN 978-5-00150-041-4.

14. Семенова, Г. В. Дистанционные образовательные технологии и факторы, препятствующие их освоению / Г. В. Семенова, О. В. Рудыхина, Ю. Е. Гусева // Нижегородское образование. — 2019. — № 2. — С. 104—110.

15. Пометун, О. І. Компетентнісний підхід — найважливіший орієнтир розвитку сучасної освіти / О. І. Пометун // Рідна школа. — 2015. — № 1. — С. 65—69.

КОГНИТИВНОЕ РАЗВИТИЕ СОВРЕМЕННЫХ ДЕТЕЙ ПОСРЕДСТВОМ ИНТЕРАКТИВНОЙ ГЕЙМИФИКАЦИИ ПРИ ОБУЧЕНИИ МАТЕМАТИКЕ В НАЧАЛЬНОЙ ШКОЛЕ



М. Н. ШМАТКОВ,
кандидат физико-
математических наук,
доцент кафедры техники
и технологического
образования
Новосибирского
государственного
педагогического
университета
mihnik2001@mail.ru



И. И. НЕКРАСОВА,
кандидат
педагогических наук,
заведующая кафедрой техники
и технологического
образования
Новосибирского
государственного
педагогического
университета
irinanekrasova@mail.ru



Б. А. ШРАЙНЕР,
кандидат психологических
наук, доцент кафедры
информационных
систем и цифрового
образования
Новосибирского
государственного
педагогического
университета
boris.shrayner@gmail.com

В статье анализируются возможности когнитивного развития современных детей посредством интерактивной геймификации при обучении математике в начальной

школе. Рассмотрены элементы подхода к педагогическому дизайну и реализации интерактивных обучающих заданий в рамках электронного образовательного ресурса по математике, сформулированы и проиллюстрированные на примерах и сценариях деятельности учащихся ключевые компоненты указанного подхода. Реализация последнего позволяет сочетать особенности когнитивных процессов современных детей не только с необходимостью приобретения глубоких и осмысленных знаний по предмету, но и с дальнейшим когнитивным развитием обучающихся для восполнения дефицитов когнитивного развития.

The article analyzes the possibilities of modern children's cognitive development through interactive gamification in mathematics classes in elementary school. The elements of the approach to pedagogical design and implementation of interactive learning tasks within the framework of an electronic educational resource in mathematics are considered, the key components of this approach are formulated and illustrated by examples and scenarios of students' activities. The implementation of this approach makes it possible to combine modern children's features of the cognitive processes not only with the need to acquire deep and meaningful knowledge on the subject, but also with students' further development to overcome their cognitive deficiencies.

Ключевые слова: *цифровизация, обучение математике, когнитивное развитие детей, концептуальное понимание, критическое мышление, интерактивный контент, информатизация, электронный образовательный ресурс, геймификация*

Key words: *digitalization, math education, childrens' cognitive development, conceptual understanding, critical thinking, interactive content, informatization, electronic educational resource, gamification*

Сегодня все большее внимание исследователей привлекает проблема изменения когнитивной сферы детей и подростков цифрового поколения в контексте влияния социокультурных процессов и цифровых технологий на психику человека. Трансформация социокультурной ситуации в условиях цифровой реальности влечет за собой необходимость анализа данных и моделей изменения восприятия, мышления, памяти и внимания. Существуют веские доводы в пользу позиции, акцентирующей внимание на неоднозначном характере влияния цифровых технологий на когнитивное развитие современного человека, причем эта неоднозначность проявляется как в дефиците развития «классических» когнитивных механизмов, так и в порождении новых культурных (в смысле, определяемом Л. С. Выготским) инструментов, способствующих адаптации подрастающего по-

коления к реалиям современной социокультурной ситуации [1].

Вопросы степени и качества изменения когнитивной (познавательной) сферы современных детей, подростков и юношества под влиянием «цифровой информационной революции» поднимали в своих исследованиях отечественные и зарубежные ученые, такие как Н. В. Богачева, Е. В. Сивак, А. В. Голубинская, К. К. Колин, И. В. Лысак, Д. П. Белов, Г. У. Солдатова, Е. И. Рассказова, Т. А. Нестик, М. Джордж, К. Л. Оджерс, Дж. Н. Гидд, Т. Исса, П. Исаис, Дж. М. Чейн, Г. Х. Уилмер, Л. Шерман и многие другие.

В психолого-педагогическом контексте современные информационные технические устройства (смартфоны, компьютеры, ноутбуки и т. д.) можно рассматривать в качестве специфических помощников — информационных «партнеров» по общению, досугу, поиску информации [4]. Следова-

тельно, если элементы цифровой реальности становятся для современного ребенка важнейшими средствами деятельности и общения, то согласно культурно-исторической психологии, это должно отражаться в процессах интериоризации на развитии высших психических функций [5].

Сегодня в условиях цифровой реальности когнитивное развитие детей подвержено значительному влиянию возникающих тенденций цифровизации: изменения претерпевают привычные способы течения когнитивных процессов, *начинает доминировать визуальный способ восприятия информации*. Если в «доинтернетовскую эпоху» основным носителем информации, на базе которой формировались представления о мире, чаще всего являлось слово, то в настоящее время у слова появилась конкурирующая форма порождения картины мира — это *образ*, точнее, *зрительные гештальты как носители информации* [3]. Очевидно, это связано с массивной визуальной стимуляцией, получаемой через современные технические средства — медийную и компьютерную технику, а также с интенсификацией процесса представления абстрактных данных в виде изображений — визуализацией информации в средствах массовой информации и коммуникации [8].

Перестройка *мышления* определяется особенностями перцептивной сферы, когда

в условиях поиска информации в цифровых и медийных формах особенно важным становится умение отбирать информацию по значимости и надежности, а также оценивать и объединять ее. При этом следует заметить, что высокая скорость поиска

и переработки информации приводит к снижению критичности по отношению к ней [19; 22]. В итоге дискретное восприятие информации сопровождается ее дискретной переработкой, а мышление, кор-

респондирующееся с этим процессом, становится фрагментарным, поверхностным, так называемым *клиповым* [12]. Данный вид перцептивно-когнитивной деятельности нередко трактуется как приходящий на смену понятийному (линейному, словесно-логическому) мышлению. Причинами этого процесса считаются особенности современной массовой культуры, а если брать шире, то — существенные изменения в социокультурной сфере в целом [10]. Чаще всего в психологических работах клиповое мышление рассматривается как процесс отражения разнообразных свойств объектов, характеризующийся фрагментарностью, высокой скоростью переключения между частями информационного потока, затруднениями с построением целостной картины [7]. Отмечается также, что клиповое мышление создает проблемы в установлении причинно-следственных связей между различными объектами [2], что является негативным фактором при обучении математике.

Кроме этого, исследователи указывают на некоторые новые *особенности памяти* у современных детей в условиях цифровой реальности и прослеживают их связь с изменениями в восприятии и мышлении под влиянием интернет-деятельности. Так, процессы памяти адаптируются к появлению новых технологий: в памяти закрепляется не само содержание информации, а алгоритм ее получения — путь к ней и место ее хранения, то есть метainформация [20]. Кроме этого, А. В. Сапа отмечает, что «у детей поколения Z... память становится не только «неглубокой», но и «короткой»» [6].

Обращаясь к особенностям *внимания* у современных детей и молодежи в условиях цифровой реальности, следует отметить, что для подростков сегодня характерны нарушение концентрации и устойчивости внимания, повышенная отвлекаемость, приобретенный дефицит внимания. Под действием больших потоков информации, получаемой с помощью различных технических средств, возникает состоя-

Клиповое мышление рассматривается как процесс отражения разнообразных свойств объектов, характеризующийся фрагментарностью, высокой скоростью переключения между частями информационного потока, затруднениями с построением целостной картины.

ние «непрерывного рассеянного внимания», при котором человек с трудом сосредотачивается на чем-либо длительное время, постоянно переключается с одной деятельности на другую, что сопровождается ощущением постоянной загруженности. В таком режиме мозг человека испытывает постоянный стресс, возникает «техногенное истощение мозга» [9]. Средняя продолжительность концентрации внимания снижается и, по некоторым данным, составляет 7—10 минут, а при работе с интернетом — 8 секунд [19].

На фоне отмеченных изменений когнитивных процессов современных детей и молодежи в условиях цифровой реальности наблюдается существенное отставание школы от актуальных образовательных потребностей обучающихся. Сегодня в динамичном мире социальные и экономические запросы к выпускникам школ стремительно растут, и математические навыки становятся весьма востребованными. Национальные и международные образовательные стандарты меняются настолько быстро, что системы массового образования не успевают вовремя реагировать [13; 15]. В связи с этим «система школьного образования постоянно отстает от реальных условий и потребностей» [14, с. 12], причем не только в том, что касается содержания образования, но также и методов обучения.

В начальной школе закладывается фундамент всего образования, в том числе и математического, но поскольку «преобладающий фронтальный метод обучения приводит к чрезмерному акцентированию на процедурах (как?), а не на понимании (почему?)» [14, с. 12], дефицит когнитивного развития современных детей в условиях цифровой реальности еще более усугубляется [18]. Стремясь оставаться в зоне профессионального комфорта, большинство учителей неосознанно следуют самому простому способу, а именно — обучать процедурам. Однако этого недостаточно, ведь способность к самостоятельному изучению и поиску необходимой информа-

ции является одной из ключевых компетенций выпускника современной школы в концепции образования XXI века, а для нее, в свою очередь, базой являются навыки критического мышления, концептуального понимания и способности проникать в суть вещей [11]. В противоположность этому, обучение математике, ориентированное на процедуры, развивает у учащихся страх, провоцирует тревожность и нарастающее непонимание предмета, приводит к избеганию трека STEM-дисциплин, в результате чего происходит массовое недостижение учащимися возможностей своего потенциального развития [17].

В данной статье мы предлагаем рассмотреть некоторые элементы подхода к использованию современных технологий и геймификации при обучении математике в начальной школе, что позволит сочетать особенности когнитивных процессов современных детей не только с необходимостью приобретения глубоких и осознанных знаний по предмету, но и с дальнейшим когнитивным развитием обучающихся для восполнения дефицитов когнитивного развития. Предложенные концептуальные основы подхода к педагогическому дизайну и организации использования электронных образовательных ресурсов в учебном процессе проиллюстрированы примерами, которые показывают, как правильно подобранные технологические ресурсы в сочетании с геймификацией обучения могут способствовать достижению не только необходимых целей обучения, но и требуемого уровня когнитивного развития обучающихся.

Мотивация к изучению математики

В традиционном обучении большинство детей рассматривают математику как чуждую дисциплину, далекую от их жизни и интересов. В попытках заинтересовать

Сегодня в динамичном мире социальные и экономические запросы к выпускникам школ стремительно растут, и математические навыки становятся весьма востребованными.

детей математикой разработчики образовательных практик часто допускают типичные ошибки, одна из которых связана с тем, что мотивация на выполнение задания не имеет ничего общего с процессом обучения («реши задачу — получишь конфету»), другая — с так называемой «фальшивой мотивацией», когда мотивирующий к учебной работе контекст является надуманным и не связанным с содержанием образования [16]. В обоих случаях страдает когнитивное развитие обучающихся, поскольку такие подходы несут в себе скрытый посыл, что «математика — это скучно» [14, с. 18]. Геймификация помогает решить указанную проблему, поскольку в данном случае мы предлагаем использовать «математические задачи, возникающие в естественных для них контекстах», при этом «реализуется мотивация, направленная на решение задачи и свободная от искусственных и надуманных условий» [14, с. 17].

Пример: обучение сложению и вычитанию в пределах 20 с использованием модели числовой прямой.

Обычный способ: демонстрация задания, сопровождаемого статичным изображением числовой прямой; иногда использовались иллюстрации, призванные вызвать интерес учащегося, но не связанные с математическим содержанием задачи.

Предлагаемый способ: создание игровой обучающей среды, в которой решение задачи имеет естественную в данном контексте мотивацию (имманентно отвечающую на вопрос учащихся: *зачем мы это делаем?*).

Сюжет игры: предлагается стилизованный под компьютерную игру фрагмент конвейерной ленты, на которой на равных расстояниях имеются отверстия, пронумерованные последовательными числами (наглядная модель числовой прямой); роботизи-

рованная рука-манипулятор удерживает стеклянный шар; под одним из отверстий расположена «спасательная» сетка.

Сценарий: учащиеся могут перемещать и расставлять на отверстия активные предметы — пружины,двигающиеся влево или вправо, и отскакивающие от пружины шары, — что является наглядной моделью вычитания и прибавления соответствующих натуральных чисел к текущему результату вычислений; при нажатии кнопки «пуск» рука-манипулятор отпускает шар, и он падает вниз.

Задание (проблема): «Размести пружины в подходящих отверстиях таким образом, чтобы шар попал в сетку».

Ожидаемая деятельность учащегося: учащиеся экспериментируют и убеждаются, что если пружины расставлены неверно, то шар падает и разбивается; если шар падает на пружину, то он отскакивает влево или вправо на заданное число отверстий, соответствующих данной пружине. Вслед за этим учащиеся пытаются целенаправленно разместить пружины так, чтобы в результате последовательных отскоков шар в итоге попал в отверстие, под которым расположена сетка. Тем самым в игре наглядно моделируются арифметические действия сложения и вычитания, а учащиеся получают естественную мотивацию — достичь определенной цели, влияющей на финальный результат.

Развитие когнитивных навыков: исследование сюжетной среды; решение задачи, подкрепленной естественной мотивацией.

Решение задач в проблемных ситуациях

Решение новых задач на основе ранее освоенных знаний, методов и стратегий составляет основное сугубое содержание математики. Навыкам решения задач придается огромное значение в образовательных стандартах и учебных программах по всему миру. Однако обучать этому навыку весьма непросто, что объясняется несколькими причинами, одна из

Разработчики образовательных практик часто допускают типичные ошибки, одна из которых связана с тем, что мотивация на выполнение задания не имеет ничего общего с процессом обучения, другая — с так называемой «фальшивой мотивацией».

которых состоит в том, что хорошие осмысленные задачи находить довольно сложно. Кроме этого, чтобы обеспечить прогресс в освоении навыка решения задач, их сложность должна увеличиваться, однако здесь возникает дилемма между сложностью и разочарованием, поскольку крайне трудно проследить грань между недостаточной и чрезмерной сложностью задачи.

Для того чтобы этого избежать при конструировании геймифицированной обучающей среды, учащимся следует вовлекать «в многочисленные ситуации решения задач из повседневной жизни» [14, с. 17]. Так как «задачи «упакованы» в дружественную игровую среду, дети с удовольствием экспериментируют, исследуют и изучают математику, пробуя, ошибаясь, делая открытия» [14, с. 17]. Учащиеся оказываются в безопасной для экспериментов и ошибок среде, в результате ошибки становятся инструментом открытия новых знаний.

Предлагаемый способ: вовлечение учеников в решение задач из повседневной жизни, при этом задачи «упакованы» в игровую среду, что позволяет детям экспериментировать, проходя через многочисленные моменты «эврики»; в этих условиях ошибки рассматриваются как необходимый шаг в процессе самостоятельного поиска знаний.

Цель обучения: самостоятельное открытие физического закона моментов; применение четырех арифметических действий в проблемных ситуациях.

Сюжет игры: предлагается решить задачу с естественной мотивацией с помощью рычажных весов, на обоих плечах которых на равных расстояниях расположены выступы для крепления грузов, они пронумерованы числами от 1 до 10 (обозначающими расстояние от центра масс).

Сценарий: в каждом из вариативных заданий учащимся предлагается набор грузов, которые они могут развешивать на выступы на рычажных весах и перемещать.

Задание (проблема): уравновесить весы, развесив все грузы.

Ожидаемая деятельность учащегося: самостоятельно экспериментируя, дети находят способ уравнивания весов, основанный на физическом законе моментов (хотя формально название данного закона не фигурирует). Отметим, что для этой цели подобраны задания разной сложности: в простейшем случае произведение массы груза на его расстояние от центра долж-

Чтобы обеспечить прогресс в освоении навыка решения задач, их сложность должна увеличиваться, однако здесь возникает дилемма между сложностью и разочарованием, поскольку крайне трудно проследить грань между недостаточной и чрезмерной сложностью задачи.

но быть одинаковым и в левой, и в правой части весов; в усложненном варианте задания, когда учащимся предлагается больше грузов, требуется добиться равенства сумм таких произведений слева и справа. В качестве скрытой подсказки в некоторых заданиях часть грузов уже закреплена на весах в определенных позициях, а учащемуся, чтобы добиться равновесия, требуется развесить остальные.

Когнитивному развитию способствуют самостоятельный поиск, метод проб и ошибок как инструмент достижения результата; многовариантность решения; индивидуализация работы над заданием; организация обсуждения стратегий и результатов работы.

Поступательно-возвратное обучение и пропедевтика

Недостаток концептуальной подготовленности лежит в основе боязни математики и кризиса учащихся средних классов.

Предлагаемый способ: необходимым элементом в предлагаемой концепции педагогического дизайна является пропедевтика («посев идей заранее») — закладывание основ будущих знаний задолго до перехода к формальному их изучению.

Цель обучения: формирование умения применять при решении задач алгебраические рассуждения.

Сюжет игры — стилизован под приключения в джунглях (на это указывают «помощники» в виде обезьянок). При помощи чашечных весов взвешиваются комбинации артефактов нескольких видов. Достижение баланса на весах моделирует равенство. Требуется путем замены на комбинацию артефактов равного веса извлечь драгоценное кольцо, не нарушив при этом равновесия весов.

Сценарий: учащиеся, обращаясь к «помощникам-обезьянкам», выполняют базовые действия с артефактами — добавить, убрать, заменить (одну комбинацию на другую), — которые наглядно моделируют алгебраические действия с уравнениями. Целью деятельности является определение эквивалента одного артефакта в виде комбинации других артефактов, опираясь на присутствующие в задаче ограничения (в данном случае — уравновешенных весов), косвенно задающие эквивалентность артефактов.

Задание (проблема): «Подбери комбинацию артефактов, чтобы подменить кольцо».

Ожидаемая деятельность учащегося: в результате осмысленных действий с наглядными объектами учащиеся находят

эквивалент одних артефактов в виде комбинаций других артефактов, что закладывает основы для понимания аналогичных по смыслу действий с алгебраическими выражениями на последующих этапах обучения.

Развитие когнитивных навыков: исследование сюжетной среды; решение задачи, подкрепленной естественной мотивацией.

В заключение отметим, что изложенные в статье концептуальные основы подхода к педагогическому дизайну и организации использования электронных образовательных ресурсов в учебном процессе, при котором современные технологии не только имеют своей целью трансляцию обучающимся содержания образования, но и позволяют существенно расширить возможности учителя по когнитивному развитию современных детей в условиях цифровой реальности при обучении математике в начальной школе. Благодаря этому удается преодолеть целый спектр проблем современного математического образования в массовой школе и вывести результаты обучения математике в начальной школе на качественно новый уровень.

ЛИТЕРАТУРА

1. Белозерова, Л. А. Трансформация когнитивной сферы детей «цифрового поколения»: опыт анализа / Л. А. Белозерова, С. Д. Поляков. — DOI: 10.18500/2304-9790-2021-10-1-23-32 // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Акмеология образования. Психология развития. — 2021. — Том 10. — № 1 (37). — С. 23—32.
2. «Клипное мышление» у старшеклассников и студентов : опыт исследования / С. Д. Поляков, Л. А. Белозерова, В. В. Вершинина [и др.]. — DOI: 10.11621/vsp.2019.04.126 // Вестник Московского университета. Серия 14. Психология. — 2019. — № 4. — С. 126—143.
3. Марцинковская, Т. Д. Информационная социализация подростков / Т. Д. Марцинковская // Образовательная политика. — 2010. — № 4 (42). — С. 30—35.
4. Нечаев, В. Д. «Цифровое поколение»: психолого-педагогическое исследование проблемы / В. Д. Нечаев, Е. Е. Дурнева // Педагогика. — 2016. — № 1. — С. 36—45.
5. Рубцова, О. В. Цифровые технологии как новое средство опосредования (часть первая) / О. В. Рубцова. — DOI: 10.17759/chp.2019150312 // Культурно-историческая психология. — 2019. — Том 15. — № 3. — С. 117—124.
6. Сана, А. В. Поколение Z — поколение эпохи ФГОС / А. В. Сана. — URL: https://www.e-osnova.ru/PDF/osnova_1_56_12345.pdf (дата обращения: 23.03.2022).
7. Семеновских, Т. В. «Клипное мышление» — феномен современности / Т. В. Семеновских // Оптимальные коммуникации : эпистемологический ресурс Академии медиаиндустрии

и кафедры теории и практики общественной связности РГГУ. — URL: <http://jarki.ru/wpress/2013/02/18/3208> (дата обращения 20.01.2022).

8. *Симакова, С. И.* Визуализация в СМИ: вынужденная необходимость или объективная реальность? / С. И. Симакова // Вестник Самарского университета. История. Педагогика. Филология. — 2017. — Том 23. — № 1-2. — С. 135—140.

9. *Смолл, Г.* Мозг онлайн: человек в эпоху Интернета / Г. Смолл, Г. Ворган ; перевод с английского Б. Козловского. — Москва : КоЛибри, 2011. — 349 с. — ISBN 978-5-389-02224-9.

10. *Старицына, О. А.* Клиповое мышление vs образование. Кто виноват и что делать? / О. А. Старицына // Азимут научных исследований: педагогика и психология. — 2018. — Том 7. — № 2 (23). — С. 270—274.

11. Универсальные компетентности и новая грамотность: чему учить сегодня для успеха завтра. Предварительные выводы международного доклада о тенденциях трансформации школьного образования / И. Д. Фрумкин, М. С. Добрякова, К. А. Баранников, И. М. Реморенко ; Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», Институт образования. — Москва : НИУ ВШЭ, 2018. — 28 с.

12. *Фрумкин, К. Г.* Глобальные изменения в мышлении и судьба текстовой культуры / К. Г. Фрумкин // Ineternum. — 2010. — № 1 (2). — С. 26—36.

13. *Шматков, М. Н.* Использование электронного образовательного ресурса на уроках математики в начальной школе / М. Н. Шматков // Сибирский учитель. — 2015. — № 6 (103). — С. 70—75.

14. *Шматков, М. Н.* Расширение «гибких» компетенций педагога посредством интерактивной геймификации при обучении математике в начальной школе / М. Н. Шматков, И. И. Некрасова // Нижегородское образование. — 2021. — № 3. — С. 11—19.

15. *Шматков, М. Н.* Элементы концепции построения интерактивного контента по математике в условиях цифровизации образовательного процесса / М. Н. Шматков, И. И. Некрасова // Вестник педагогических инноваций. — 2021. — № 2 (62). — С. 31—40.

16. *Abrahamson, D.* Building educational activities for understanding: An elaboration on the embodied-design framework and its epistemic grounds / D. Abrahamson. — DOI: 10.1016/j.ijeci.2014.07.002 // International Journal of Child-Computer Interaction. — 2014. — Volume 2. — Issue 1. — P. 1—16.

17. *Brown, M. C.* Using Concreteness in Education: Real Problems, Potential Solutions / M. C. Brown, N. M. McNeil, A. M. Glenberg. — DOI: 10.1111/j.1750-8606.2009.00098.x // Child Development Perspectives. — 2009. — Volume 3. — Issue 3. — P. 160—164.

18. *Kupferman, R.* Elementary school mathematics for parents and teachers. Volume 2 / R. Kupferman. — Singapore : World Scientific, 2017. — 302 p. — ISBN: 9789813108929.

19. *Rothman, D.* A Tsunami of Learners Called Generation Z / D. Rothman. — URL: http://mdle.net/Journal/A_Tsunami_of_Learners_Called_Generation_Z.pdf (дата обращения: 20.01.2022).

20. *Sparrow, B.* Google Effects on Memory: Cognitive Consequences of Having Information at Our Fingertips / B. Sparrow, J. Liu, D. M. Wenger. — DOI: 10.1126/science.1207745 // Science. — 2011. — Volume 333. — Issue 6043. — P. 776—778.

21. *Tall, D.* How humans learn to think mathematically: Exploring the three worlds of mathematics / D. Tall. — New York : Cambridge University Press, 2013. — URL: <https://doi.org/10.1017/CBO9781139565202> (дата обращения: 24.03.2022).

22. Teaching Generation Z at the University of Hawai'i / Ch. Chun, K. Dudoit, Sh. Fujihara [et al.]. — URL: https://www.hawaii.edu/ovppp/Leaders/?les/2015-2016-Projects/PELP_GenZ_PaperV.6.0-5.4.16.pdf (дата обращения: 20.01.2022).