Е. В. Соболева, Е. П. Кириллова, Д. Е. Ломакин, Д. Н. Грибков

Формирование навыков вычислительного мышления при разработке компьютерных игр образовательного назначения

Проблема и цель. Проблема, на решение которой направлено исследование, обусловлена необходимостью расширения целей системы образования, обновления средств и методов с опорой на цифровые технологии, способствующие активации из памяти человека последовательности образов, постановке проблемы, составлению эффективного алгоритма решения. Авторы для формирования соответствующих навыков, определяющих сущность особого вычислительного мышления, предлагают включать в учебно-познавательную деятельность обучающихся практику по разработке игровых образовательных пространств средствами цифровых ресурсов геймификации.

Методы исследования. Для получения теоретических обобщений применялся анализ научных работ по проблеме определения феномена «вычислительное мышление», применения цифровых ресурсов геймификации в обучении. В качестве программного средства реализации использован язык HTML 5. В исследовании были задействованы 26 бакалавров института математики, информатики и физики по направлению 01.03.02 Прикладная математика и информатика и 13 обучающихся направления 44.04.01 Педагогическое образование (уровень магистратуры) Вятского государственного университета. В эксперименте применен t-критерий Стьюдента.

Результаты. Уточнена сущность понятия «вычислительное мышление», включающего систему действий по активации из памяти человека паттернов, связей между ними; постановку проблемы с учётом неопределённости будущего; составление эффективного алгоритма решения с помощью инструментов цифровых технологий. Описаны направления учебно-познавательной деятельности на основе принципов геймификации: получение актуальных сведений по передовым технологическим разработкам; постановка задачи и моделирование; создание собственного программного продукта. Произведена оценка эффективности предлагаемого подхода и выявлены статистически достоверные различия о качественных изменениях $t_{\text{эмп}} > t_{\text{крит}}$ при $\alpha=0.05$ ($8,2 > 2,06$).

В заключение обобщаются условия, которые влияют на формирование вычислительного мышления: получение актуальных научно-теоретических фактов, закономерностей, сведений по инновационным методам и средствам; их аргументированный выбор, эффективная реализация на высоком техническом уровне; анализ результата и его практическое применение.

Ключевые слова: цифровые технологии, образовательное пространство, алгоритм, геймификация, игровой мир, язык HTML 5, мыслительный процесс, вызовы будущего

Ссылка для цитирования:

Соболева Е. В., Кириллова Е. П., Ломакин Д. Е., Грибков Д. Н. Формирование навыков вычислительного мышления при разработке компьютерных игр образовательного назначения // Перспективы науки и образования. 2021. № 1 (49). С. 464-477. doi: 10.32744/pse.2021.1.32

E. V. SOBOLEVA, E. P. KIRILLOVA, D. E. LOMAKIN, D. N. GRIBKOV

Formation of computational thinking skills in the development of computer games for educational purposes

The problem and the aim of the study. The problem, to be solved by the study, is proper to the need to expand the goals of the education system, to update tools and methods based on digital technologies, that promote the activation of a sequence of images from a person's memory, formulate a problem, and compose an effective solution algorithm. For the formation of the relevant skills that determine the essence of special computational thinking, the authors propose to include in the educational and cognitive activities of students the practice of developing game educational spaces using digital gamification resources.

Research methods. To obtain theoretical generalizations was used the analysis of scientific works on the problem of defining the phenomenon of "computational thinking", the apply of digital resources of gamification in teaching. The HTML 5 language as a software implementation tool was used. The study involved 26 bachelors of the Institute of Mathematics, Informatics and Physics in the direction 01.03.02 Applied Mathematics and Informatics and 13 students in the direction 44.04.01 Pedagogical education (master's level) of Vyatka State University. The experiment used the Student's t-test.

Results. The authors clarify the essence of the concept of "computational thinking", includes a system of actions for activating patterns from human memory, connections between them; problem statement into account the uncertainty of the future; drawing up an effective solution algorithm using digital technology tools. The authors described directions of educational and cognitive activities, based on the principles of gamification: obtaining relevant information on advanced technological developments; problem statement and modeling; creation of your own software product. The effectiveness of the proposed approach was assessed and statistically significant differences in qualitative changes in $t_{emp} > t_{crit}$ were revealed at $\alpha = 0.05$ ($8,2 > 2,06$).

In conclusion the authors generalized the conditions that influence the formation of computational thinking: obtaining relevant scientific and theoretical facts, patterns, information on innovative methods and tools; reasoned choice, effective implementation at a high technical level; analysis of the result and its practical application.

Keywords: digital technologies, educational space, algorithm, gamification, game world, HTML 5, thought process, challenges of future

For Reference:

Soboleva, E. V., Kirillova, E. P., Lomakin, D. E., & Gribkov, D. N. (2021). Formation of computational thinking skills in the development of computer games for educational purposes. *Perspektivy nauki i obrazovania – Perspectives of Science and Education*, 49 (1), 464-477. doi: 10.32744/pse.2021.1.32

Введение

Подготовка квалифицированных кадров является одним из ключевых направлений повышения конкурентоспособности страны. Данный факт отмечен в Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017-2030 годы, в федеральной программе «Кадры для цифровой экономики» [1] и т.д. Для того, чтобы развивать востребованные в цифровом обществе профессиональные компетенции будущих специалистов, необходимо разрабатывать и внедрять новые подходы к обучению [2]. Мировой тенденцией в области современного образования является направленность обучения на развитие у обучающихся навыков вычислительного мышления [3]. Е. К. Хеннер определяет вычислительное мышление как мыслительный процесс, участвующий в постановке проблемы и её решении, представленном в форме, которая может быть эффективно реализована с помощью средств обработки информации [4]. Внедрение информационных и коммуникационных технологий влияет на все сферы жизни общества, поэтому условием развития современного человека становится стремление изучать возможности новых цифровых средств [5]. Для эффективного применения компьютерных устройств, цифровых инструментов необходимы навыки вычислительного мышления. Более того, ЮНЕСКО определяет принципы использования искусственного интеллекта в образовании, деятельности по кодированию и формированию вычислительного мышления [3]. Такая деятельность предусматривает наличие навыков, позволяющих каждому создавать код и решать проблемы с помощью различных алгоритмов. Кроме того, реалии современной образовательной среды требуют от педагога цифровой школы включения в учебно-познавательную деятельность игровых элементов и сервисов геймификации [6]. Именно в игровом образовательном пространстве, как показывают N. Legaki, N. Xi, J. Hamari, K. Karpouzis, V. Assimakopoulos [7], появляются дополнительные возможности для повышения мотивации обучающегося поколения Z, содействия познавательной активности, поддержки профессионального самоопределения, развития системного и критического мышления. Проектирование игрового виртуального мира, разработка алгоритмов поведения персонажей и их деятельности, стратегий игры, написание кода – полностью соответствует сущности вычислительного мышления [8]. Действительно, именно вычислительное мышление использует логические и алгоритмические подходы к постановке и формулированию проблемы, анализу и ее решению.

Получается, с одной стороны, развитие навыков вычислительного мышления, в том числе средствами геймификации, является важным фактором успешной профессиональной самореализации выпускника в современном технологическом обществе. С другой стороны, в России до недавнего времени практически не было специальных исследований понятия «вычислительное мышление». Исключением являются работы Е. К. Хеннера, который в своих исследованиях анализирует это понятие с позиций зарубежных авторов и отмечает его актуальность для отечественного образования [4]. Им выделяется, что этот термин в практическом плане нацеливает на обновление содержания и методов обучения, способствует наращиванию усилий по формированию метапредметных результатов образования.

Таким образом, существует противоречие между требованиями современной экономики к высокому уровню вычислительного мышления специалистов будущего и

недостаточно проработанной методологической базы для подготовки выпускников, удовлетворяющей этим требованиям. Гипотеза исследования – включение в учебно-познавательную деятельность обучающихся практики по проектированию и разработке компьютерных игр образовательного назначения поспособствует формированию действий, определяющих сущность вычислительного мышления. В качестве основных задач были обозначены следующие:

- изучить подходы к определению понятия «вычислительное мышление»;
- уточнить последовательность действий, характерных для вычислительного мышления и наиболее востребованных в современном технологическом обществе;
- выявить возможности программных средств и ресурсов геймификации по формированию действий, определяющих сущность вычислительного мышления;
- описать реализацию выделенной системы действий на примере конкретной практики по разработке компьютерного игрового мира образовательного назначения;
- экспериментально подтвердить эффективность предложенной учебно-познавательной деятельности для формирования навыков вычислительного мышления.

Итак, цель работы состоит в исследовании особенностей применения цифровых ресурсов геймификации для формирования умений и навыков, составляющих сущность вычислительного мышления.

Материалы и методы

В качестве основного метода исследования применялся системно-деятельностный подход [9]. Система деятельности рассматривается в виртуальной игровой среде, поддержанной соответствующим программным средством: использование обучающимися функциональных возможностей цифрового ресурса геймификации для анализа данных, постановки задачи, построения информационной и математической модели, разработки оптимального алгоритма решения и его эффективной реализации на компьютере [10]. Этапы соответствующей деятельности описаны на примере проектирования и разработки компьютерных игр образовательного назначения инструментами HTML 5. Эта спецификация выбрана потому, что она предоставляет инновационные интерфейсы для прикладного программирования, позволяя сделать веб-страницы более насыщенными, динамичными или неопределенными. Методологию исследования дополняют принципы геймификации обучения, описанные подробно Е. В. Соболевой, Н. Л. Караваевым, М. С. Перевозчиковой: постепенная подача информации; принцип постепенного усложнения; головоломки; мгновенная обратная связь; «сторителлинг»; достижения и очки; рейтинги; открытые профили [6]. Кроме того, при проектировании и разработке компьютерных игр образовательного назначения учитывались принципы, определяющие сущность вычислительного мышления, сформулированные J. M. Wing: декомпозиция; абстрагирование; выделение паттернов; создание алгоритма [11]. Для формулирования содержания системы задач, проектирования компьютерного игрового мира образовательного назначения были привлечены 13 магистрантов по направлению 44.04.01 Педагогическое образование. Информатизация образования, Вятского государственного университета (г. Киров). Апробация проведена в рамках дисциплины «Теория игр» для студентов четвёртого курса по направлению 01.03.02 Прикладная математика и информатика

(уровень подготовки – бакалавриат), в рамках учебной и производственных практик по получению профессиональных умений и навыков. Средний возраст респондентов составил 22 года. Всего в эксперименте принимало участие 26 обучающихся (48% девушек и 52% юношей).

Для получения актуальных сведений об изменениях в уровне умений и навыков, составляющих сущность вычислительного мышления, применялись эмпирические методы (наблюдение, анализ результатов работы с цифровым ресурсом геймификации). Было разработано и проведено специальное тестирование, включающее 5 задач (каждое оценивалось из максимума в 3 балла). Статистический анализ достоверности результатов педагогического эксперимента оценивался на основе обработки полученных данных по t-критерию Стьюдента [12]. В связи с тем, что исследование направлено на подтверждение эффективности применения цифровых технологий для развития умений и навыков, определяющих вычислительное мышление, то в качестве инструмента для статистической обработки результатов был обосновано выбран MS Excel. Программное средство позволяет разработать информационную и компьютерную модель, поддержать написание кода в виде формулы, реализовать алгоритм и автоматизировать вычисления.

Обзор литературы

Для подтверждения объективной потребности в формировании у выпускников цифровой школы навыков вычислительного мышления средствами цифровых ресурсов геймификации были проанализированы фундаментальные научные работы, посвященные выявлению сущности понятия «вычислительное мышление» и описанию дидактического потенциала программных сервисов и инструментов геймификации в плане развития мыслительных процессов, аналитических и алгоритмических действий.

Как отмечает М. М. Клунникова [3], термин «вычислительное мышление» впервые использован J. M. Wing [11], однако Сеймур Пейперт в последствии назвал его «процедурным мышлением» [13]. М. V. Solodikhina, А. А. Solodikhina определяют его как «мышление, включающее решение проблем, проектирование систем и понимание поведения человека, опираясь на концепции, фундаментальные для информатики» [14]. Вычислительное мышление, согласно Е. К. Хеннеру, включает умственную деятельность при формулировании проблемы для принятия вычислительного решения [4]. М. Chevalier, С. Giang, А. Piatti, F. Mondada развивают эту идею и дополняют, что решение при этом может быть выполнено человеком или машиной, или, в более общем смысле, комбинацией людей и машин [15].

Таким образом, анализируя подходы к развитию вычислительного мышления средствами цифровых технологий отметим три основных направления в исследованиях: определение сущности вычислительного мышления как когнитивного мыслительного процесса; гибрида других способов мышления; применение средств обработки информации для моделирования процессов, изучаемых в других дисциплинах. Как уже отмечалось ранее, новаторскими для России являются работы Е. К. Хеннера, который показывает, что вычислительный мыслительный процесс использует особые методы формулирования проблемы, включает такие принципы, как абстракция, декомпозиция, обобщение, распознавание образов для ее решения [4].

А. Finkel отмечает, что работа в информационной образовательной среде предполагает выполнение последовательности действий, характерных для вычислительного мышления: анализ задания (формулирование задания как вычислительной проблемы); разбиение (декомпозиция) проблемы на небольшие логические шаги; разработка алгоритма (определение и уточнение шагов, необходимых для достижения решения); анализ и оценка этого алгоритма [16]. Т. Н. Суворова, Н. И. Исупова убедительно доказывают, что включение в учебно-познавательную деятельность цифровые технологий, базирующихся на принципах геймификации, не только соответствуют целям и вызовам системы образования, но и позволяет подготовить для экономики страны востребованных и конкурентоспособных профессионалов будущего [10].

В работе Е. В. Соболевой, Н. Л. Караваева проанализированы различные игровые сервисы и платформы, обладающие дидактическим потенциалом [17]. Впоследствии авторы продолжают свои исследования и выделяют принципы геймификации, реализация которых необходима для достижения желаемого учебно-познавательного эффекта в соответствии с вызовами цифровой экономики [6]. К. Bovermann, T. J. Bastiaens описывают игровые механики, особенности проектирования игровых образовательных пространств [18]: сюжетная составляющая; требования к отбору содержания мира; специфика системы задач; необходимость подготовки квалифицированных игропедагогов; эмоциональное оформление, поддержанная правилами начисления очков, системой рейтинга. О. С. Yung, S. N. Junaini, A. A. Kamal, L. F. Md Ibharim рассматривают проектирование и разработку компьютерных игр образовательного назначения применительно к обучению математике [19].

В работе J. C. Paiva, J. P. Leal, R. Queirós убедительно доказано, что деятельность по программированию поддерживает развитие аналитических способностей [20]. D. Borissova, D. Keremedchiev, G. Tuparov изучают формирование коммуникативных способностей через взаимодействие с интерфейсом программы [21]. Важность умения критически оценивать полученный результат и работать в условиях неопределённости будущего обоснована в исследовании F. Hotyat [22]. В связи с тем, что формирование вычислительного мышления высококвалифицированного и конкурентоспособного специалиста является приоритетом современного образовательного пространства [3], то возникает объективная необходимость в реализации дидактического потенциала цифровых технологий (в том числе на принципах геймификации) для развития умений и навыков, определяющих сущность соответствующего мыслительного процесса.

Программа исследования

Оценка эффективности предложенной учебно-познавательной деятельности для формирования навыков вычислительного мышления проводилась в ходе педагогического эксперимента. Были задействованы 26 студентов четвёртого курса по направлению 01.03.02 Прикладная математика и информатика (уровень подготовки – бакалавриат).

На подготовительном этапе эксперимента была уточнена последовательность действий, характерных для вычислительного мышления и перечень навыков, наиболее востребованных в современном технологическом обществе. Для оценки входных условий использовались материалы специально-организованного тестирования, учиты-

вающего приоритеты цифрового общества, компетенции атласа новых профессий. Все вопросы и задания разрабатывались авторами в соответствии с требованиями государственных федеральных образовательных стандартов. В тестировании обучающимся предлагалось решить 5 задач. За правильное и полное решение каждой задачи обучающийся получал по 3 балла.

1. Студент N. в период дистанционного обучения выполнил задание по математической логике и отправил его на проверку преподавателю. Через некоторое время преподаватель выслал ответное письмо, в котором говорилось, что в отправленном документе «съехали» некоторые строки и таблица оказалась неполной. К большому несчастью студента N. файл с выполненным заданием не сохранился у него на компьютере. Помогите студенту восстановить информацию, чтобы ему не пришлось выполнять задание заново. В ответ запишите буквы x, y, z, w в том порядке, в котором идут соответствующие им столбцы.

2. Исполнитель Вася N. Отправляется в путешествие по корпусам ВятГУ. При перемещении за ним остается след в виде прямой линии. У исполнителя существует фиксированный набор команд (с их описанием). Вася N. находится у 1 корпуса (в начале координат). Васе N. дан для исполнения следующий алгоритм: сместиться на вектор (5,2); сместиться на вектор (-3, 3); повторить 3[Сместиться на вектор (1,0)]; сместиться на вектор (3, 1). На каком расстоянии от 1 корпуса будет находиться исполнитель Вася N. в результате выполнения данного алгоритма?

3. Касса в столовой 14 корпуса работает по алгоритму, приведённому ниже, где s – количество купленных блюд, n – количество яблок, которые прилагаются к этим блюдам. Определите при каком наименьшем количестве блюд можно будет получить 64 яблока.

4. Для хранения растрового изображения «Группа ПОДб-5301-60-00» размером 128×320 пикселей отведено 20 Кбайт памяти без учёта размера заголовка файла. Для кодирования цвета каждого пикселя используется одинаковое количество бит, коды пикселей записываются в файл один за другим без промежутков. Какое максимальное количество цветов можно использовать в изображении?

5. С помощью текстового редактора определите, сколько раз, не считая сносок, встречается слово «должен» или «Должен» в тексте ФГОС основного общего образования. Другие формы слова «должен» учитывать не следует. В ответе укажите только число.

Таким образом, максимально возможное количество баллов было равно 15. Если обучающийся получал более 13 баллов, то уровень исследуемых умений и навыков определялся как «высокий»; диапазону от 6 до 12 (включительно) соответствовал уровень «средний», по остальным результатам фиксировался уровень «низкий».

Второй этап посвящен определению направлений учебно-познавательной деятельности по проектированию и разработке компьютерного игрового мира образовательного назначения инструментами языка программирования; максимально работающих на развитие навыков самостоятельного освоения новых технологий и оценивания их возможностей, взаимодействия в виртуальной игровой реальности, постоянного обновления знаний [23]. Соответствующая деятельность сопровождалась работой со сложными системами и большими объёмами данных.

Третий этап исследования охватывает опытное преподавание и применение инструментов HTML 5 для формирования умений и навыков, составляющих сущность вычислительного мышления.

Результаты исследования

В работе используется подход к трактовке понятия «вычислительное мышление», как мыслительного процесса, заключающегося в последовательном выполнении совокупности действий: активация из памяти человека системы образов объектов, связей между ними для конкретной предметной области; постановке проблемы с учётом неопределённости будущего; составление алгоритма решения и его эффективной реализации с помощью инструментов цифровых технологий. В предлагаемом подходе учтены все характеристические элементы, определяющие сущность феномена «вычислительное мышление».

Кроме того, полагаем, что специалист будущего, обладающий сформированными навыками вычислительного мышления, должен быть подготовлен к осуществлению деятельности по проектированию, созданию и использованию инновационных информационно-компьютерных технологий при решении широкого спектра научных, технических, экономико-управленческих задач. Исходя из требований общества, государства и бизнеса обоснованно заключаем, что высококвалифицированные кадры цифровой экономики должны быть готовы к применению программных средств обработки информации (включая сервисы геймификации) в своих научно-исследовательских и проектных разработках. Важнейшим компонентом такой подготовки является включение именно цифровых технологий для получения необходимого опыта, применения его на практике. Предлагаемый подход ориентирован не просто на освоение практических приёмов, функциональных возможностей игровых механик, компьютерных технологий геймификации, а на определение методологически обоснованной научной базы. Синтез научно-теоретических знаний и прикладной характер деятельности по разработке игрового мира образовательного назначения позволит поддерживать конкурентоспособного выпускника цифровой школы в условиях неопределённости будущего при ориентировании в перспективных инновационных разработках, их освоении и эффективном применении для решения широкого спектра задач. В связи с обозначенными требованиями к уровню умений и навыков, определяющих сущность вычислительного мышления, были определены следующие уровни.

Уровень «высокий» соответствовал ситуациям, если обучающийся был самостоятелен в постановке задачи, определении объектов, явлений и взаимосвязей между ними в предметной области проблемы исследования; без ошибок составлял информационную, математическую и компьютерную модель; применял метод пошаговой детализации при составлении алгоритма, выполняя необходимые аналитические и синтетические операции; технически грамотно и рационально подходил к записи алгоритма в программной среде реализации; критически оценивал полученный результат и вносил соответствующие коррективы в модель решения.

Уровень «средний» определялся в том случае, если обучающийся мог на требуемом уровне абстракции сформулировать задачу, выделить объекты моделирования и их существенные свойства только с чьей-то помощью; допускал одну-две некритические ошибки при моделировании; техническая реализация алгоритма была не оптимальной, но приводила к решению; не всегда мог критически оценить полученный результат, но при указании недочётов вносил соответствующие коррективы в модель. Во всех остальных случаях уровень вычислительного мышления определялся как «низкий».

Для реализации предлагаемого подхода был выбран язык HTML 5. Технически он представляет собой не просто формализованный способ записи алгоритма по определённым правилам и синтаксису. Более того, это не только совокупность команд, операторов и их значений. На методологическом уровне HTML 5 – это дополнительный язык, на котором представлено содержание виртуального пространства, интуитивно понятного, эмоционально привлекательного для пользователя (обучающегося поколения Z). В этом содержании могут присутствовать изображение, видео, анимация, средства для общения. На практическом уровне HTML 5 позволяет связать передаваемую информацию образовательного назначения с каналами восприятия. Как следствие, возникает мощный дидактический эффект. Через игровую деятельность по манипулированию виртуальными объектами обучающийся осуществляет учебно-познавательную деятельность и получает навыки, востребованные в цифровом обществе настоящего и будущего. Пример реализованного игрового образовательного пространства, ориентированного на развитие вычислительного мышления представлен на рис.1.

Рисунок 1 Математическая игра образовательного назначения

Использование HTML 5 в реализации игрового образовательного пространства не только соответствует приоритетам в области цифровых технологий, но и позволяет убедительно показать дидактический потенциал игровых механик, в частности для формирования вычислительного мышления. Сформулируем гипотезу:

H0: уровень умений и навыков, составляющих основу вычислительного мышления, после включения в учебно-познавательную деятельность обучающихся практики по проектированию и разработке компьютерных игр образовательного назначения средствами ресурсов геймификации, остался неизменным.

H1: уровень умений и навыков, составляющих основу вычислительного мышления, повысился.

Таблица 1

Результаты тестирования

№ исп.	До эксперимента	После эксперимента	№ исп.	До эксперимента	После эксперимента
1	11	15	14	5	9
2	9	14	15	9	10
3	10	8	16	10	15
4	15	14	17	11	15
5	3	3	18	9	15
6	9	13	19	1	6
7	3	10	20	2	9
8	10	11	21	3	8
9	9	14	22	4	11
10	2	8	23	10	15
11	8	10	24	11	14
12	6	11	25	10	15
13	4	9	26	11	14

Анализ данных с помощью одновыборочного критерия Колмогорова-Смирнова показал, что распределения не отличаются от нормального: $z_{до} = 1,192$ ($p = 0,116 > 0,05$) и $z_{после} = 1,066$ ($p = 0,206 > 0,05$). Статистический анализ достоверности результатов педагогического эксперимента оценивался на основе обработки полученных данных по t-критерию Стьюдента [12]. По алгоритму расчёта с помощью MS Excel было вычислено эмпирическое значение критерия ($t_{эмп} = 8,2$). По табличным значениям для уровня значимости $\alpha = 0.05$, критическое значение статистики равно 2,06 ($t_{крит} = 2,06$). Таким образом, получили, что $t_{эмп} = 8,2 > t_{крит} = 2,06$. Следовательно, H_0 отвергается и принимается гипотеза H_1 . Другими словами, деятельность по разработке игрового образовательного пространства цифровыми ресурсами геймификации способствовала развитию вычислительного мышления.

Обсуждение результатов

Выполняя количественный анализ приведенных результатов, можно сделать вывод, что после завершения эксперимента у 46% обучающихся уровень умений и навыков, составляющих основу вычислительного мышления, оказался высоким, в то время, как первоначально этот процент был равен 4%. Доля обучающихся, уровень вычислительного мышления, который изначально был определён низким, качественно уменьшилась с 35% до 4%. Можно утверждать, что большую часть в числе таких участников занимают те респонденты, которые изначально обладали средним уровнем, т.е. допускали ошибки в аналитической деятельности, на уровне принятия решения, написании кода и при оценке полученного результата.

Выборка обучающихся не была вероятностной, для диагностики учитывались результаты входного контрольного мероприятия. Отбор участников для эксперимента и размер выборки обоснован спецификой исследования: изучение теории игр, принципов геймификации и реализация их средствами цифровых технологий входит в программу подготовки ограниченного числа специальностей. На протяжении всего эксперимента работа по проектированию и разработке игрового образовательного

пространства средствами HTML 5 проводилась одним и тем же педагогом, на одном и том же программном оборудовании в специальных аудиториях. При реализации были учтены как дидактические принципы, так и игровые механики.

1. Последовательность в передаче материала (разбиение сложных заданий на более простые без потери мотивации к изучению той или иной темы).

2. Принцип постепенного усложнения. Вовлеченность обучающихся начинается с простых заданий. Для того, чтобы пользователь ощущал прогресс и движение вперед, находясь в динамическом состоянии мышления, необходимо постепенно наращивать трудоёмкость задач. Только в этом случае учебно-познавательная и мыслительная деятельность, выраженные через ощущение прогресса, будут доставлять удовольствие, вовлекать в игровое образовательное пространство. В то же время, количество простых заданий должно быть ограничено, чтобы избежать быстрой потери интереса и сформировать понимание необходимости прикладывать усилия для достижения желаемой цели. В качестве последней могут выступать не только рейтинги, баллы, награды, но и приобретение социального статуса, признания в группе.

3. Включение заданий по типу «головоломка», которые кажутся сложными на первый взгляд, но предполагают очевидное решение. HTML и CSS-код в этом случае могут быть предоставлены в открытом доступе, но обучающимся необходимо подобрать подходящие команды/операторы, чтобы решить головоломку. Большинство теоретических задач приобретают новый вид и мотивируют на поиск, научное открытие.

4. Мгновенная обратная связь, предполагающая, что обучающийся после запуска кода получает незамедлительную реакцию программы. Эта реакция может быть реализована через вывод результата, получения сообщения, визуального эффекта и т.д. Реализация принципа позволяет снизить цену ошибки при написании кода, так как при выполнении задания участник работает небольшими итерациями. Кроме того, здесь присутствует и эффект профессиональной ориентации. Действительно, обучающийся получает практический опыт, аналогичный тому, как работают программисты. Происходит формирование умений и навыков пошаговой детализации программы, отладки и тестирования. В качестве методической сложности укажем то обстоятельство, что обучающийся может потратить большое количество времени, когда способ решения задачи уже понятен.

5. Игровая механика «Сторителлинг», предполагающая объединение системы задач общей идеей или сценарием образовательного назначения. Например, при изучении правил вычисления производных в курсе математики, после прохождения всех уровней и испытаний игрового мира участники получают Памятку. В итоге получение сложного теоретического материала поддержано эмоционально привлекательной игровой ситуацией (например, по спасению мира/девушки и получения статуса супергероя).

6. Принцип начисления баллов, изменения рейтинга для повышения статуса в игровом пространстве. Все указанные ранее исследователи по проблеме геймификации образования обязательно отмечают это условие. Только при его выполнении достигается желаемый дидактический эффект.

7. Игровая механика «Открытые профили», которая позволяет участникам сообщества просматривать профили других обучающихся. Такой доступ позволяет поддерживать соревновательность, сравнивать достижения, мотивировать и побуждать к получению новых знаний.

Итак, описанная система действий по разработке игрового образовательного пространства позволяет сформировать вычислительные навыки, получить опыт проектной

научно-исследовательской деятельности; применить теоретическую информацию для решения прикладных задач; смоделировать работу по востребованным профессиям. Таким образом, выпускник цифровой школы становится конкурентоспособным и максимально подготовленным к вызовам и неопределённостям будущего.

Полученные выводы о дидактическом потенциале цифровых ресурсов геймификации в отношении повышения качества обучения, формирования вычислительного мышления подтверждают результаты работ М. М. Клунниковой [3]. Значимым результатом исследования является описание базовых идей подхода, расширяющих представления J. C. Paiva, J. P. Leal, R. Queirós [20] о возможностях языков и средств программирования для развития таких мыслительных процессов как декомпозиция; абстрагирование; выделение образов; разработка алгоритма.

Заключение

В представленной системе учебно-познавательной деятельности по проектированию виртуального игрового мира важным является получение актуальных сведений по передовым технологическим разработкам, цифровым средствам и ресурсам; их аргументированный выбор, эффективное применение на высоком техническом уровне; анализ полученного результата и его практическое применение. Описанная последовательность учебно-познавательных действий игрового характера предполагает опыт математического моделирования, проектирования и создания собственного программного продукта. Научно-теоретические факты, закономерности и методы математики, логики, теории игр и т.д. в представленном варианте являются необходимой фундаментальной базой для качественной подготовки конкурентоспособного профессионала будущего. Происходит активизация познания, понимание фундаментальных научных принципов, которые лежат в основе всех цифровых технологий.

Программно-техническое сопровождение представлено описанием системы работы средствами языка HTML 5. Эффективность предлагаемого подхода подтверждена педагогическим экспериментом.

Таким образом, проектируя и разрабатывая игровые проекты образовательного назначения, обучающиеся получают навыки вычислительного мышления. Они узнают о том, как использовать компьютеры для решения задач прикладного характера, принимают с помощью цифровых ресурсов обоснованные решения. Таким образом, вычислительное мышление использует особый метод формулирования проблемы и применяет такие принципы как абстракция, декомпозиция, обобщение, распознавание образов для ее решения. В эпоху цифровых технологий необходимо развивать вычислительное мышление у обучающихся, поскольку оно является важной компетенцией, определяющей успешность и профессиональную самореализацию в современном технологическом обществе.

REFERENCES

1. The strategy for the development of the information society in the Russian Federation for 2017-2030. Available at: <https://sudact.ru/law/ukaz-prezidenta-rf-ot-09052017-n-203/strategiia-razvitiia-informatsionnogo-obshchestva-v/> (accessed 10.01.2021). (in Russ.)
2. Kungurtseva V.S., Titov A.B. Trends and problems of innovative development of information and communication

- systems in the digital economy. Scientific and technical bulletin of SPbSPU. *Economic sciences*, 2018, vol. 11, no. 1, pp. 54–63. DOI: 10.18721/JE.11105 (in Russ.)
3. Klunnikova MM Methodology for the development of computational thinking of students when studying the course "Numerical Methods" based on blended learning. *Informatics and Education*, 2019, no. 6, pp. 34–41. DOI: 10.32517/0234-0453-2019-34-6-34-41. (in Russ.)
 4. Henner E. K. Computational thinking. *Education and Science*, 2016, no. 2 (131). DOI: 10.17853/1994-5639-2016-2-18-33 (in Russ.)
 5. Paterson R. E. Intuitive cognition and models of human–automaton interaction. *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, 2017, vol. 59, no. 1, pp. 101–115. doi: 10.1177/0018720816659796
 6. Soboleva E. V., Karavaev N. L., Perevozchikova S. M. Improving the content of teacher training for the development and application of computer games in learning process. *Novosibirsk State Pedagogical University Bulletin*, 2017, vol. 7, no. 6, pp. 54–70. DOI: <http://dx.doi.org/10.15293/2226-3365.1706.04> (in Russ.)
 7. Legaki N., Xi N., Hamari J., Karpouzis K., Assimakopoulos V. The effect of challenge-based gamification on learning: An experiment in the context of statistics education. *International Journal of Human Computer Studies*, 2020, vol. 144, p. 102496. DOI:10.1016/j.ijhcs.2020.102496
 8. Cropley A. Creativity-focused technology education in the age of industry 4.0. *Creativity Research Journal*, 2020, pp. 1–8. DOI:10.1080/10400419.2020.1751546
 9. Leontiev D., Lebedeva A., Kostenko V. *Traektorii lichnostnogo razvitiya: rekonstruktsiya vzglyadov L. S. Vygotskogo* [Pathways of Personality Development: Following Lev Vygotsky's Guidelines]. *Voprosy obrazovaniya – Educational Studies Moscow*, 2017, no. 2, pp. 98–112. DOI: 10.17323/1814-9545-2017-2-98-112 (in Russ.)
 10. Isupova N.I., Suvorova T.N. Creation of a system of educational situations using a text labyrinth. *Informatics and Education*, 2018, no. 4, pp. 37–41.
 11. Wing J. M. Computational thinking's influence on research and education for all. *Italian Journal of Educational Technology*, 2017, vol. 25, no. 2, pp. 7–14. DOI: 10.17471/2499-4324/922
 12. Ostapenko R.I. Mathematical foundations of psychology. Study guide. Voronezh, VGPU Publ., 2010.76 p. (in Russ.)
 13. Papert S. An Exploration in the Space of Mathematics Educations. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, vol. 1, no 1, pp. 95–123. 1996. Available at: <http://papert.org/articles/AnExplorationintheSpaceofMathematicsEducations.html> (accessed 10 January 2021).
 14. Solodikhina, M. V., Solodikhina, A. A. Development of critical thinking of master's degree students using stem cases. *Obrazovanie i Nauka*, 2019, no 21(3), pp. 125–153. DOI:10.17853/1994-5639-2019-3-125-153
 15. Chevalier M., Giang C., Piatti A., Mondada F. Fostering computational thinking through educational robotics: A model for creative computational problem solving. *International Journal of STEM Education*, 2020, vol. 7(1), pp.1–18. DOI:10.1186/s40594-020-00238-z
 16. Finkel A. Cognitive analysis, digital psychology and training of university teachers. *Pratiques Psychologiques*, 2017, vol. 23(3), pp. 303–323. doi: 10.1016/j.prps.2017.05.006
 17. Karavaev N.L., Soboleva E.V. Analysis of software services and platforms with potential for learning gamification. *Scientific-methodical electronic journal "Concept"*, 2017, no. 8. DOI: 10.24422/mcito.2017.8.6960.
 18. Bovermann K., Bastiaens T. J. Towards a motivational design? Connecting gamification user types and online learning activities. *Research and Practice in Technology Enhanced Learning*, 2020, vol. 15(1), pp. 4–18. DOI:10.1186/s41039-019-0121-4
 19. Yung O. C., Junaini S. N., Kamal A. A., Md Ibharim L. F. I slash 100%: Gamification of mathematics with hybrid QR-based card game. *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science*, 2020, vol. 20 (3), pp. 1453–1459. DOI:10.11591/ijeecs.v20.i3.pp1453-1459
 20. Paiva J. C., Leal J. P., Queirós R. Fostering programming practice through games. *Information (Switzerland)*, 2020, vol. 11(11), pp. 1–20. DOI: 10.3390/info11110498
 21. Borissova D., Keremedchiev D., Tuparov G. Multi-criteria model for questions selection in generating e-education tests involving gamification. *TEM Journal*, 2020, vol. 9(2), pp. 779–785. DOI:10.18421/TEM92-47
 22. Hotyat F. The weakness in mathematical thinking in adolescents. *Enfance; Psychologie, Pédagogie, Neuropsychiatrie, Sociologie*, 1952, vol. 5(4), pp. 273–300. DOI:10.3406/enfan.1952.1247
 23. Helmlinger B., Sommer M., Feldhammer-Kahr M., Wood G., Arendasy M. E., Kober S. E. Programming experience associated with neural efficiency during figural reasoning. *Scientific Reports*, 2020, vol. 10(1), p. 13351. DOI:10.1038/s41598-020-70360-z

Информация об авторах

Соболева Елена Витальевна

(Россия, г. Киров)

Кандидат педагогических наук,
доцент кафедры цифровых технологий в
образовании

Вятский государственный университет

E-mail: sobolevaelv@yandex.ru

ORCID ID: 0000-0002-3977-1246

Кириллова Екатерина Павловна

(Россия, г. Киров)

Доцент, кандидат психологических наук, доцент
кафедры психологии

Вятский государственный университет

E-mail: ep_kirillova@vyatsu.ru

ORCID ID: 0000-0002-6637-5679

Ломакин Денис Евгеньевич

(Россия, г. Орёл)

Доцент, кандидат физико-математических наук,
доцент кафедры алгебры и математических методов
в экономике

Орловский государственный университет имени И.С.
Тургенева

Преподаватель математики

Филиал ФГБОУ ВО «Петербургский государственный
университет путей сообщения Императора

Александра I» в г. Орле

E-mail: denislomakin@rambler.ru

ORCID ID: 0000-0002-1771-5075

Грибков Дмитрий Николаевич

(Россия, г. Орёл)

Доцент, кандидат педагогических наук, заведующий
кафедрой информатики и документооборота

Орловский государственный институт культуры

E-mail: bibliotekar2005@mail.ru

ORCID ID: 0000-0002-3388-9526

Information about the authors

Elena V. Soboleva

(Russia, Kirov)

PhD in Pedagogical Sciences,
Associate Professor of the Department of Digital
Technologies in Education

Vyatka State University

E-mail: sobolevaelv@yandex.ru

ORCID ID: 0000-0002-3977-1246

Ekaterina P. Kirillova

(Russia, Kirov)

Associate Professor, PhD in Psychological sciences,
Associate Professor of the Department of Psychology

Vyatka State University

E-mail: ep_kirillova@vyatsu.ru

ORCID ID: 0000-0002-6637-5679

Denis E. Lomakin

(Russia, Orel)

Associate Professor,
PhD in Physical and Mathematical Sciences, Associate
Professor of the Department of Algebra and

Mathematical Methods in Economy

Orel State University named after I.S. Turgenev

Teacher of the Orel branch

Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport
University

E-mail: denislomakin@rambler.ru

ORCID ID: 0000-0002-1771-5075

Dmitry N. Gribkov

(Russia, Orel)

Associate Professor, PhD in Pedagogical Sciences,
Head of the Department of Informatics and Records
Management

Orel State Institute of Culture

E-mail: bibliotekar2005@mail.ru

ORCID ID: 0000-0002-3388-9526