

DOI: 10.32517/0234-0453-2024-39-4-41-50

СРАВНЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВОСПРИЯТИЯ ИГРОВОГО ЧАТ-БОТА С ЗАДАНИЯМИ-ГОЛОВОЛОМКАМИ ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ ПРОГРАММИРОВАНИЮ С ПОКАЗАТЕЛЯМИ ВОСПРИЯТИЯ ДРУГИХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ

А. Н. Варнавский¹ ✉¹ Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», г. Москва, Россия

✉ avarnavsky@hse.ru

Аннотация

Цифровое игровое обучение (*англ.* Digital Game-Based Learning, DGBL), или обучение на основе цифровых игр, может быть очень эффективным. Однако не все цифровые образовательные инструменты одинаково эффективны в различных образовательных ситуациях, для обучающихся разного уровня подготовки и разных изучаемых дисциплин.

Целью статьи является сравнение увлекательности, сложности и воспринимаемой полезности игрового чат-бота с заданиями-головоломками, предназначенного для обучения программированию, с аналогичными показателями других образовательных инструментов.

Для проведения исследования были разработаны и использованы в процессе обучения программированию игровой чат-бот с заданиями-головоломками, работающий в индивидуальном и командном режимах, компьютерная игра, а также неигровой чат-бот для подготовки к семинарам и тестирования. Студенты 1-го курса бакалавриата направления подготовки «Информационная безопасность» факультета информационных технологий и анализа больших данных Финансового университета при Правительстве Российской Федерации использовали эти цифровые образовательные инструменты, а затем оценивали их увлекательность, сложность и полезность.

По результатам исследования сделано несколько выводов. Во-первых, использование игровых механик и игрового чат-бота с заданиями-головоломками значительно повышает интерес к образовательному инструменту, поэтому игровой чат-бот имеет преимущества перед играми и неигровыми чат-ботами. Во-вторых, оценка увлекательности игрового чат-бота превысила соответствующую оценку семинаров. При этом для студентов оказался одинаково интересен, полезен и сложен как индивидуальный, так и командный режим игрового чат-бота. Следовательно, игровой чат-бот можно использовать как вне аудитории, так и в аудиторных занятиях. В-третьих, если заложить в чат-бот игровые задания разных типов, в том числе связанные с написанием программного кода, то это повысит полезность чат-бота.

Результаты исследования вносят вклад в развитие обучения на основе цифровых игр с использованием чат-ботов, в частности, при преподавании информатики и программирования, а также могут помочь повысить увлекательность семинаров и вовлеченность студентов в процесс обучения в целом. Полученные результаты могут представлять практический интерес для преподавателей информатики и программирования.

Ключевые слова: обучение на основе цифровых игр, компьютерные игры, увлекательность, сложность, воспринимаемая полезность, игровой чат-бот, программирование, задания-головоломки.

Для цитирования:

Варнавский А. Н. Сравнение показателей восприятия игрового чат-бота с заданиями-головоломками для обучения программированию с показателями восприятия других образовательных инструментов. *Информатика и образование*. 2024;39(4):41–50. DOI: 10.32517/0234-0453-2024-39-4-41-50.

COMPARISON OF PERCEPTION INDICATORS OF THE GAMING CHATBOT WITH PUZZLES TASKS FOR TEACHING PROGRAMMING WITH PERCEPTION INDICATORS OF OTHER EDUCATIONAL TOOLS

A. N. Varnavsky¹ ✉¹ National Research University Higher School of Economics, Moscow, Russia

✉ avarnavsky@hse.ru

Abstract

Digital Game-Based Learning (DGBL) can be very effective. However, not all digital educational tools are equally effective in different learning situations, for learners of various backgrounds and various disciplines.

The aim of the article is to compare the attractiveness, complexity and perceived usefulness of a gaming chatbot with puzzle tasks designed to teach programming with the same indicators of other educational tools.

To conduct the study, a gaming chatbot with puzzle tasks, working in individual and team modes, a computer game, as well as a non-gaming chatbot for preparing for seminars and testing were developed and used in the process of teaching programming. The 1st year bachelor's students of the educational program "Information Security" of the Faculty of Information Technology and Big Data Analysis at the Financial University under the Government of the Russian Federation used these digital educational tools and then evaluated their attractiveness, complexity, and usefulness.

Several conclusions were drawn from the study. First, the use of game mechanics and the gaming chatbot with puzzles tasks significantly increases interest in the educational tool, so gaming chatbot has advantages over games and non-gaming chatbots. Second, the attractiveness evaluation of the gaming chatbot exceeded the corresponding evaluation of workshops. Both individual and team modes of gaming chatbot proved to be equally interesting, useful, and challenging for students. Consequently, the gaming chatbot can be used outside the classroom as well as in classroom activities. Third, if different types of gaming chatbot tasks, including those related to writing program code, are incorporated into the gaming chatbot, it will increase the usefulness of the chatbot.

The results of the study contribute to the development of digital game-based learning using chatbots, particularly in teaching informatics and programming, and can help to increase the attractiveness of workshops and student engagement in general. The findings may be of practical interest to informatics and programming teachers.

Keywords: digital game-based learning, computer games, attractiveness, complexity, perceived usefulness, gaming chatbot, programming, puzzles tasks.

For citation:

Varnavsky A. N. Comparison of perception indicators of the gaming chatbot with puzzles tasks for teaching programming with perception indicators of other educational tools. *Informatics and Education*. 2024;39(4):41–50. (In Russian.) DOI: 10.32517/0234-0453-2024-39-4-41-50.

1. Введение

Цифровое игровое обучение (*англ.* Digital Game-Based Learning, DGBL), или обучение на основе цифровых игр, — это методика обучения, в рамках которой специальные компьютерные игры интегрируются в учебную среду и используются исключительно в образовательном процессе (для получения и отработки новых знаний и навыков). Для подобных игр используют такие термины, как «серьезные игры», «обучающие игры», «игры для обучения» [1]. По сравнению с традиционным обучением DGBL имеет следующие преимущества: оно интерактивно, влияет на вовлеченность, интерес и эмоции обучающихся, заставляет их быть активными во время игры и представляет образовательные концепции и их применение в более доступной форме.

Применение цифрового игрового обучения оправдано тенденцией роста использования развлекательных компьютерных игр среди детей, подростков и представителей других поколений. Фактически игры являются частью современной культуры. Примерно 90 % студентов играют в мобильные игры, поэтому использование цифровых образовательных игр — это способ привлечь учащихся, особенно геймеров, и заинтересовать их в учебе.

В литературе описано большое количество цифровых игр для обучения информатике и программированию [2]. Согласно базе данных патентов и научных работ The Lens¹, число публикаций, описывающих результаты исследований по повышению эффективности обучения при использовании DGBL, постоянно увеличивается. Наблюдается рост использования чат-ботов в процессе обучения. Поскольку у студен-

тов, изучающих программирование, важно развивать логическое мышление, а игры-головоломки эффективны в этом отношении [3], целесообразно создать игрового чат-бота с заданиями-головоломками для обучения программированию. При этом необходимо исследовать увлекательность, сложность и воспринимаемую полезность такого цифрового образовательного инструмента в сравнении с другими.

Целью исследования, представленного в статье, является сравнение игрового чат-бота (с заданиями-головоломками) для обучения программированию с другими образовательными инструментами по критериям увлекательность, сложности и воспринимаемой полезности. Достижение поставленной цели позволит внести вклад в развитие DGBL на основе чат-ботов.

2. Анализ использования цифровых игр и чат-ботов в обучении программированию

2.1. Влияние образовательных цифровых игр на показатели обучения

Принято считать, что DGBL может быть очень эффективным методом обучения. В подавляющем большинстве работ (см., например, [4–6]) констатируется положительный эффект, который заключается в повышении интереса к дисциплине и вовлеченности обучающихся в образовательный процесс. В некоторых исследованиях (например, см. [5–7]) отмечается рост академической успеваемости и показателей оценки знаний после применения игр.

Так, в ряде работ анализируется эффективность использования цифровых игр в различных дисциплинах и на разных уровнях образования. Н. Setiawan и S. Phillipson в статье «The effectiveness

¹ Scholar Analysis. Scholarly Works (568) = DGBL. *The Lens*. <https://www.lens.org/lens/search/scholar/analysis?q=DGBL>

of Game-Based Science Learning (GBSL) to improve students' academic achievement: A meta-analysis of current research from 2010 to 2017» [4] провели мета-анализ (т. е. систематизировали и объединили результаты ряда научных исследований), который показал, что DGBL в естественных науках статистически значимо улучшает результаты обучения в начальной и средней школе. Данные мета-анализа B. Karakoç, K. Eryilmaz, E. Turan Özpolat, İ. Yildirim, представленные в работе «The effect of game-based learning on student achievement: A meta-analysis study» [5], говорят о том, что использование игрового обучения в математических и нематематических курсах существенно не различается по эффективности и положительно влияет на успеваемость обучающихся по всем дисциплинам, поэтому его целесообразно применять во всех курсах. D. Fadda, M. Pellegrini, G. Vivianet и др. в статье «Effects of digital games on student motivation in mathematics: A meta-analysis in K-12» [6] продемонстрировали, что цифровые игры являются эффективными инструментами повышения мотивации к обучению математике по сравнению с традиционными методами обучения.

DGBL может повысить интерес обучающихся к областям STEM (аббревиатура от *англ.* Science, Technology, Engineering and Mathematics — естественные науки, технология, инженерия, математика и их междисциплинарные комбинации). Мета-анализ L.-H. Wang, B. Chen, G.-J. Hwang, Y.-Q. Wang в работе «Effects of digital game-based STEM education on students' learning achievement: A meta-analysis» [7] показал, что DGBL по сравнению с другими методами оказало умеренно значительное положительное влияние на обучение и успеваемость учащихся в области STEM, а существенная разница в величине эффекта для разных уровней образования отсутствует, однако для начального образования результаты оказались намного лучше, чем для среднего и высшего. При этом использование компьютеров и мобильных устройств значительно улучшает обучение вне зависимости от вида устройства. Длительность использования цифровой образовательной игры менее одной недели дает наибольший эффект, т. е. краткосрочное применение полезнее для обучения, чем долгосрочное. DGBL может также влиять на получение студентами научных знаний за счет проведения экспериментов и проверки гипотез с использованием интерактивных и иммерсивных учебных сред [8, 9].

Проводятся исследования, авторы которых доказывают, что обучение с помощью цифровых игр оказывает значительный общий положительный эффект на критическое мышление обучающихся [10], а также может влиять на их эмоции [11].

2.2. Цифровые игры для обучения информатике и программированию

В последние годы наблюдается увеличение количества цифровых образовательных игр, разработанных специально для обучения компьютерным

наукам. В ряде работ проведена систематизация существующих игр. Так, в обзоре A. Vahldick, A. J. Mendes, M. J. Marcelino «A review of games designed to improve introductory computer programming competencies» [12] игры классифицированы по типу, платформе, компетенциям, теме, языку. Авторы отмечают, что начинающие студенты-программисты обладают тремя важными компетенциями: понимание кода, чтение и написание кода, его отладка. Отладка кода включает в себя такие навыки, как тестирование программы, отслеживание, поиск и исправление ошибок. Между пониманием кода и отладкой существует более сильная связь, чем между написанием кода и отладкой, поэтому чем лучше знания и навыки отладки, тем более уверенно студенты пишут программы. Кроме того, авторы настаивают на необходимости развития абстрактного мышления и навыков обобщения, декомпозиции и поиска стратегий решения проблем, поскольку их слабость является источником большинства проблем студентов. В статье C. Harteveld, G. Smith, G. Carmichael и др. «A design-focused analysis of games teaching computer science» [3] показано, что в играх, предназначенных для разных целевых аудиторий, используются различные виды программирования (блочное, визуальное, текстовое, псевдокодирование и др.), а для изучения компьютерных наук часто используются и хорошо подходят игры-головоломки, развивающие навыки логического анализа и рационального решения сложных задач.

В обзоре «A review of serious games for programming» [13] M. A. Miljanovic и J. S. Bradbury демонстрируют, что наибольшую аудиторию игр составляют новички без опыта программирования, далее следуют студенты с некоторым опытом программирования, затем — дети и старшеклассники. Игры предусматривают решение задач, преимущественно связанных с фундаментальными концепциями программирования; основное внимание во многих играх уделяется основам программирования. Краткое описание образовательных игр и платформ, адресованных учащимся начальных классов и направленных на освоение концепций компьютерного программирования, а также сравнительный анализ их игровой механики и образовательных аспектов представлены в обзоре A. Giannakoulas, S. Xinogalos «A review of educational games for teaching programming to primary school students» [14].

2.3. Использование словесных заданий в играх

Словесные задания в играх являются популярными и эффективными инструментами с точки зрения результата обучения и воздействия на когнитивные процессы обучающихся. Наиболее популярной из подобных игр является кроссворд. Разгадывание кроссвордов задействует различные когнитивные процессы и способы работы с памятью, позволяя улучшить запоминание и восстановление информации. R. S. Nickerson в статье «Five down,

absquatulated: Crossword puzzle clues to how the mind works» [15] анализирует, как разгадывание кроссвордов тренирует навык создания списков (разделение информации на категории и/или группировка для более эффективного упорядочения и облегчения запоминания и восстановления в памяти) и способность связывать слова и понятия на основе их смыслового сходства (словесные ассоциации), а также активизирует процессы извлечения нужной информации из обширного лексического запаса (поиск по лексической памяти) и генерации (вспоминание близких по значению слов и понятий (семантический прайминг), особенно в случае разреженности словесного пространства, когда связанные по смыслу слова не находятся рядом в предложении).

Описанные процессы и способы работы с памятью оказывают положительное влияние на различные когнитивные функции [16]:

- вербальную беглость (способность быстро генерировать слова или идеи в рамках конкретной темы или задачи);
- когнитивную гибкость (способность быстро переключаться между различными мыслительными задачами и адаптироваться к изменяющимся условиям);
- рабочую память (способность удерживать информацию в сознании и манипулировать ею в течение небольшого периода времени);
- тормозной контроль (способность контролировать внимание, поведение, мысли и/или эмоции).

Частота решения словесных головоломок оказывает влияние на показатели когнитивных функций. Так, люди, которые не разгадывают словесные головоломки или разгадывают их время от времени, имеют низкие и худшие показатели, чем те, кто разгадывает их регулярно [17, 18].

В работе N. Gaikwad, S. Tankhiwale «Crossword puzzles: Self-learning tool in pharmacology» [19] отмечено, что 71 % студентов полностью согласились с тем, что кроссворды расширяют их знания и помогают запоминать и вспоминать названия и термины, 60 % студентов сочли это сложным и хорошим занятием для подготовки к решению задач, а 86 % студентов посчитали, что кроссворды полезны как способ самообучения. В целом студенты оценили кроссворды как сложный и эффективный инструмент для самостоятельного обучения, а результаты тестирования показали, что у студентов, использовавших кроссворды, знания улучшились. Выводы исследования L. Nirmal, M. S. Muthu, M. Prasad, опубликованные в статье «Use of puzzles as an effective teaching-learning method for dental undergraduates» [20], продемонстрировали, что головоломки в виде кроссвордов и поиска слов являются эффективными структурными, образовательными инструментами активного (само)обучения для повторения и закрепления лекционного материала, а при их использовании наблюдалось статистически значимое увеличение среднего балла студентов.

2.4. Чат-боты для обучения программированию

Чат-боты в образовании осуществляют интеграцию контента, обеспечивают быстрый и легкий доступ к образовательной информации, поддерживают мотивацию и вовлеченность студентов, дают возможность многим пользователям одновременно получить доступ к электронной образовательной системе и мгновенную техническую поддержку [21]. Обычно чат-боты находят применение как элементы сервисной поддержки для ответов на часто задаваемые вопросы, а также в качестве образовательных агентов-помощников с целью облегчения нагрузки преподавателей по их дисциплинам или усиления обучения в различных областях за счет предлагаемых дополнительных заданий. В последнее время значительно увеличилось количество чат-ботов, целью которых является обучение на основе генерации знаний по определенной теме для персонального обучающегося, как это сделал бы преподаватель. Такие чат-боты используются как в формальном образовании, так и в неформальном¹ [22]. Классификации чат-ботов в образовании в зависимости от выполняемых функций и задач представлены в статье C. W. Okonkwo, A. Ade-Ibajola «Chatbots applications in education: A systematic review» [21] — классификация по направлениям использования, и в работе G. Garcia Brustenga, M. Fuertes-Alpiste, N. Molas-Castells «Briefing paper: Chatbots in education» [23] — классификация по выполняемым задачам.

Количество чат-ботов, предназначенных для изучения компьютерных наук и программирования, пока невелико. В ряде исследований представлены описания работы некоторых из них:

- платформа Chatbot с автоматической формирующей оценкой для предоставления обратной связи при обнаружении ошибок, созданная для обучения старшеклассников основам информатики через программирование чат-ботов, которые могут вести диалог на естественном языке [24];
- чат-бот ScratchThAI, предназначенный для помощи школьникам в освоении визуального языка программирования Scratch; этот чат-бот использует алгоритм анализа сильных и слабых сторон ученика и в форме обмена сообщениями дает советы и необходимую информацию, адаптированные к уровню знаний пользователя [25];

¹ «Формальное образование — это институционализированное, целенаправленное, спланированное при участии государственных организаций и признанных государством частных организаций образование, что в целом составляет систему формального образования страны. Неформальное образование — это образование, которое институционализировано, целенаправленно и спланировано лицом или организацией, обеспечивающей предоставление образовательных услуг». Подробнее об определении формального, неформального и других видах образования см.: Международная стандартная классификация образования (МСКО 2011). Монреаль, Квебек, Канада: Институт статистики ЮНЕСКО; 2013. 89 с. <https://uis.unesco.org/sites/default/files/documents/iscde-2011-ru.pdf>

- чат-бот для курса по основам программирования, обеспечивающий студентов поддержкой в режиме реального времени в любое время суток и эволюционирующий в соответствии с их потребностями на основе накопленной при взаимодействии информации [26];
- чат-бот, который помогает изучать языки визуального программирования (Scratch и Blockly), предоставляя своевременные объяснения и советы [27];
- чат-боты Code Tutor, ProgBot и Python-Bot, предназначенные для помощи студентам не технических специальностей в овладении программированием на языках C++, Java и Python [28];
- чат-бот для помощи студентам не технических специальностей, изучающим логику программирования [29].

В процессе обучения информатике и программированию можно использовать чат-бота для Telegram, например, QuizBot (@QuizBot), который позволяет создавать тесты (викторины), отправлять ссылку на них обучающимся и сам проверяет выполненное задание. Однако тесты/викторины не всегда подходят для развития некоторых специальных навыков.

3. Материалы и методы

В целях исследования было разработано несколько образовательных инструментов для обучения программированию:

- игровой чат-бот с задачами-головоломками, работающий в индивидуальном и командном режимах;
- неигровой чат-бот для подготовки к семинарам и тестирования;
- компьютерная игра.

В отличие от неигрового чат-бота, с помощью игрового чат-бота и компьютерной игры можно реализовать принципы цифрового игрового обучения.

3.1. Игровой чат-бот с заданиями-головоломками

Игровой чат-бот «Распознай команду Python» был разработан для мессенджера Telegram и предназначен для поддержки обучения текстовому языку программирования, в частности Python. Работа игрового чат-бота подобна игре Wordle¹, однако вместо слов в нем отгадываются строчки программного кода. Данный игровой принцип был выбран, во-первых, вследствие огромной популярности игры Wordle² и, во-вторых, потому, что данная игра является словесной головоломкой, а разгадывание подобных головоломок положительно влияет на когнитивные процессы [15, 16].

Суть работы игрового чат-бота подробно описана в статье «Использование игрового чат-бота для развития навыков алгоритмического и логического

мышления» [30]. В чат-боте предусмотрено три уровня сложности заданий с разным начислением очков. Возможно изменение уровня сложности игры и переход между уровнями. Отслеживается рейтинг игроков на основе набранных очков. Чат-бот может работать в индивидуальном и командном режимах, переключение между которыми осуществляет преподаватель. Игровой чат-бот направлен на поддержку развития как предметных навыков (запоминания или вспоминания элементов языка программирования), так и надпредметных (рабочей памяти, внимания и логического мышления). На рисунке 1 приведен пример работы бота.



Рис. 1. Работа игрового чат-бота «Распознай команду Python»

Fig. 1. The operation of the gaming chatbot "Identify the Python command"

3.2. Неигровой чат-бот для подготовки к семинарам и тестирования

Неигровой чат-бот «Подготовься к семинарам по Python» разработан для мессенджера Telegram и предназначен для поддержки обучения текстовому

¹ Wordle. The New York Times. <https://www.nytimes.com/games/wordle/index.html>

² Год в поиске — 2022. Google Trends. <https://trends.google.ru/trends/yis/2022/GLOBAL/>

языку программирования, в частности Python (рис. 2). Чат-бот периодически напоминает студентам о предстоящих семинарах, предоставляет ссылки на материалы, а также тестирует студентов с помощью закрытых и открытых вопросов. Имеется возможность обратной связи (ответа на вопросы студентов).

3.3. Компьютерная игра

Образовательная компьютерная игра «Восстанови программу» разработана для операционной системы Windows и предназначена для поддержки обучения текстовому языку программирования, в частности Python (рис. 3). Игра имеет несколько заданий-уровней, на каждом из которых дается описание некоторой программы и приводятся перемешанные строки кода самой программы. Студенты должны восстановить структуру программы, перета-

скивая строки кода и располагая их в правильном порядке. За неправильные перетаскивания строчек кода очки снимаются, а за правильное выполнение задания — начисляются.

3.4. Процедура исследования

В исследовании приняли участие 60 студентов 1-го курса бакалавриата направления подготовки 10.03.01 «Информационная безопасность» факультета информационных технологий и анализа больших данных Финансового университета при Правительстве Российской Федерации, которые изучали программирование на языке Python в течение двух семестров. Исследование проводилось во втором семестре, т. е. студенты уже изучили начальные темы и не являлись новичками в программировании. На семинарах, проходивших один раз в неделю, разбирался учебный материал и студенты писали программы

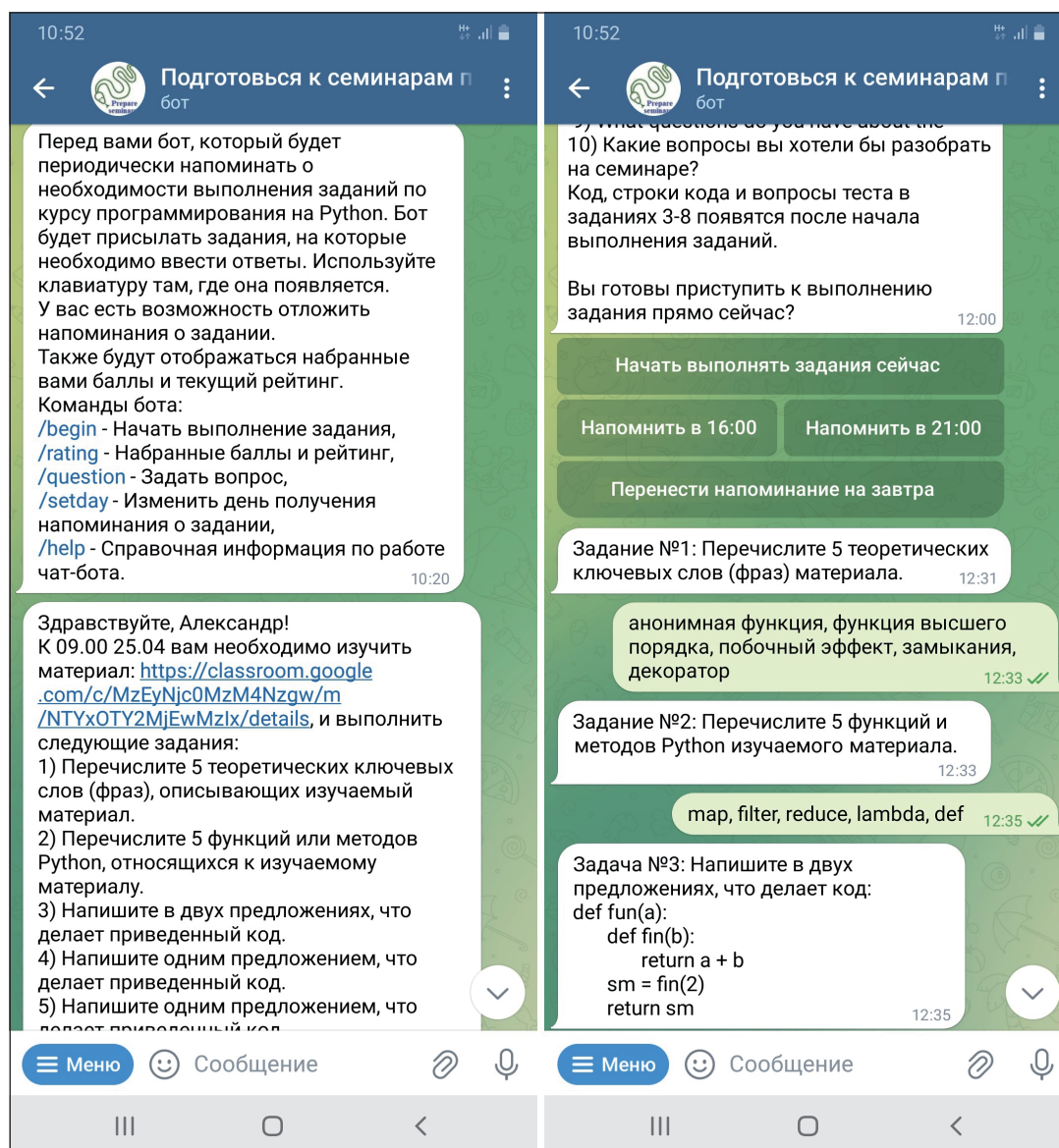


Рис. 2. Работа неигрового чат-бота «Подготовься к семинарам по Python»
Fig. 2. The operation of the non-gaming chatbot "Prepare for the Python workshops"

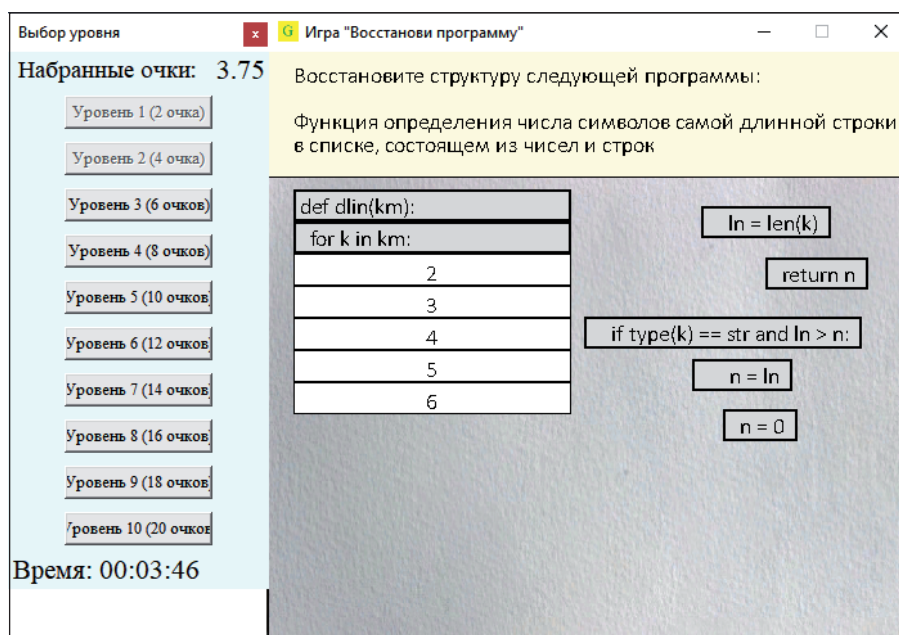


Рис. 3. Работа компьютерной игры «Восстанови программу»

Fig. 3. The operation of the computer game "Restore the program"

на языке Python в Jupyter Notebook и Google Colab. До проведения эксперимента цифровое игровое обучение на семинарах не применялось.

Сначала студенты использовали неигрового чат-бота для подготовки к десяти семинарам. Затем — игрового чат-бота вне аудитории в индивидуальном режиме в течение десяти дней. Далее на двух семинарах в аудитории обучающиеся занимались с игровым чат-ботом в командном режиме, а на двух следующих семинарах использовали компьютерную игру «Восстанови программу». После применения всех этих образовательных инструментов студенты заполнили анкету, в которой оценили увлекательность, сложность и воспринимаемую полезность данных образовательных инструментов и семинаров по пятибалльной шкале Лайкерта, а также ответили на вопрос о том, что им интереснее: писать или читать программный код.

4. Результаты

Ответы студентов на вопросы анкеты продемонстрировали, что 73,4 % студентов интереснее писать код, 13,3 % студентов интереснее читать код, а 13,3 % студентов отметили одинаковый интерес к написанию кода и его чтению. Мы определили средние оценки увлекательности, сложности и воспринимаемой полезности каждого использованного образовательного инструмента и семинаров.

Наиболее высоко оценивалась увлекательность игрового чат-бота в командном режиме (3,67). Средние оценки увлекательности остальных образовательных инструментов получились следующими:

- для игрового чат-бота в индивидуальном режиме — 3,64;

- для семинаров — 3,33;
- для компьютерной игры — 3,29;
- для неигрового чат-бота — 2,75.

Наблюдалась статистически значимая разница между оценками увлекательности следующих образовательных инструментов:

- между игровым чат-ботом в индивидуальном режиме и семинарами — $p < 0,1$;
- между игровым чат-ботом в индивидуальном режиме и компьютерной игрой — $p < 0,1$;
- между игровым чат-ботом в индивидуальном режиме и неигровым чат-ботом — $p < 0,001$;
- между неигровым чат-ботом и семинарами — $p < 0,05$;
- между неигровым чат-ботом и компьютерной игрой — $p < 0,05$;
- между неигровым чат-ботом и игровым чат-ботом в командном режиме — $p < 0,001$.

Задания игрового чат-бота в командном режиме были восприняты как наиболее сложные (3,47). Средние оценки воспринимаемой сложности остальных образовательных инструментов получились следующими:

- для игрового чат-бота в индивидуальном режиме — 3,42;
- для семинаров — 3,27;
- для компьютерной игры — 2,86;
- для неигрового чат-бота — 2,69.

Наблюдалась статистически значимая разница между оценками сложности следующих образовательных инструментов:

- между семинарами и компьютерной игрой — $p < 0,05$;
- между семинарами и неигровым чат-ботом — $p < 0,01$;

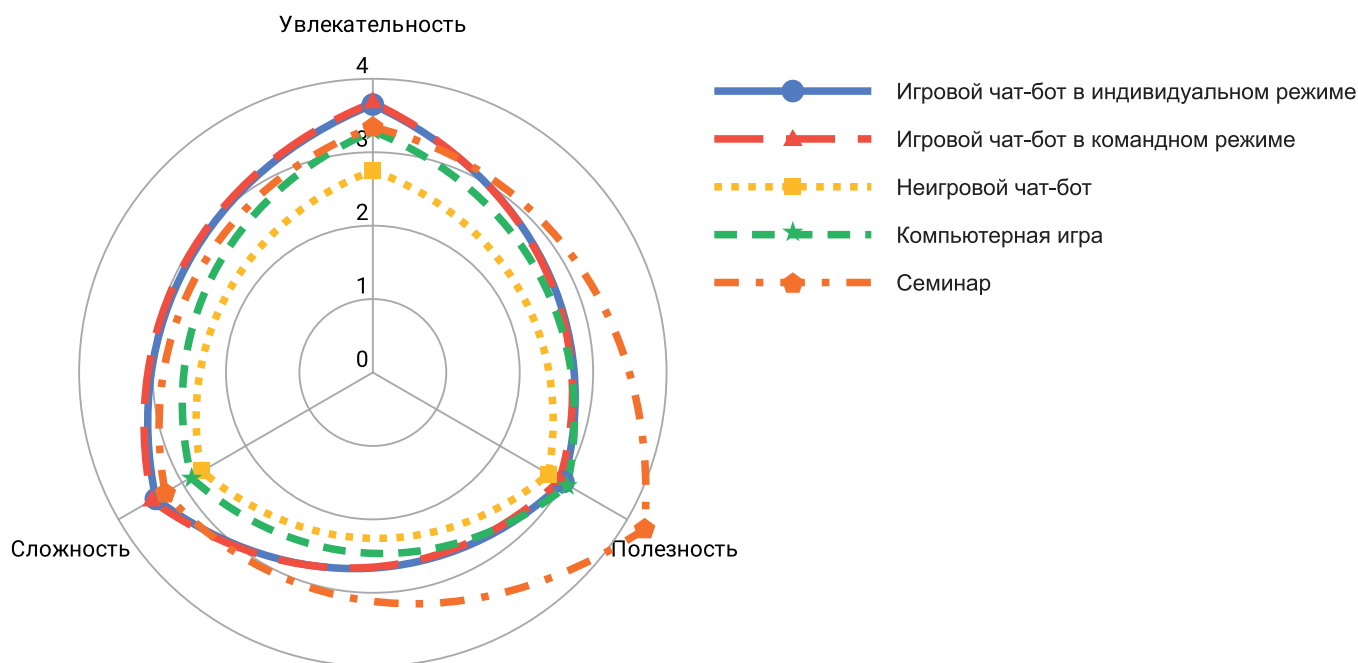


Рис. 4. Лепестковая диаграмма средней оценки увлекательности, сложности и воспринимаемой полезности используемых образовательных инструментов

Fig. 4. Radar chart of average score of attractiveness, complexity and perceived usefulness of the educational tools used

- между компьютерной игрой и игровым чат-ботом в индивидуальном режиме — $p < 0,001$;
- между компьютерной игрой и игровым чат-ботом в командном режиме — $p < 0,01$;
- между неигровым чат-ботом и игровым чат-ботом в индивидуальном режиме — $p < 0,001$;
- между неигровым чат-ботом и игровым чат-ботом в командном режиме — $p < 0,001$.

Наиболее высоко оценивалась воспринимаемая полезность семинаров (4,27). Средние оценки полезности остальных образовательных инструментов получились следующими:

- для компьютерной игры — 3,07;
- для игрового чат-бота в индивидуальном режиме — 3,00;
- для игрового чат-бота в командном режиме — 2,93;
- для неигрового чат-бота — 2,77.

Однако статистически значимая разница существовала только между оценками полезности семинаров и всех других образовательных инструментов ($p < 0,001$), а между оценками полезности других инструментов ее не было.

Полученные значения отражены на лепестковой диаграмме, показывающей соотношения значений трех параметров («увлекательность», «сложность» и «полезность»), разнесенных по трем осям (рис. 4).

5. Обсуждение

Оценка сложности заданий игрового чат-бота оказалась чуть выше, чем у заданий семинаров, однако эта разница не является статистически зна-

чимой. Данный чат-бот, как и семинары, оказался статистически значимо сложнее неигрового чат-бота и компьютерной игры. Это объясняется следующим образом. Компьютерная игра, как и неигровой чат-бот, не требовали написания программного кода. Написание кода осуществлялось на семинарах. Поэтому задания игры и неигрового чат-бота были менее сложными. Хотя задания игрового чат-бота также не были связаны с написанием программы, они были головоломками, решение которых требовало логического мышления, поэтому их сложность была оценена как самая большая.

Оценка увлекательности игрового чат-бота статистически значимо превышает аналогичную оценку всех используемых инструментов и семинаров. Соответствующая оценка неигрового чат-бота статистически значимо наименьшая, а компьютерная игра не оказалась интереснее семинаров. Командная работа с игровым чат-ботом оказалась немного увлекательнее индивидуальной. Отсюда следует, что увлекательность определяется игровыми механиками. Неигровой чат-бот не имел никаких игровых механик. Кроме того, в этом чат-боте использовались стандартные виды испытаний: тестирование, ответы на открытые и закрытые вопросы. Значит, применение чат-бота как такового не повышает увлекательность. Необходимо закладывать в чат-бот механизмы, которые сделают работу обучающегося интереснее. По увлекательности игровой чат-бот превзошел семинары, очевидно, за счет использования как игровых механик, так и заданий-головоломок. Данный вывод не противоречит наблюдениям С. Hartevelt, G. Smith, G. Carmichael и др. [3]

и объясняется существованием у людей врожденного «инстинкта головоломки» [3]. Таким образом, использование игровых механик и заданий-головоломок может поддерживать на высоком уровне интерес и к чат-боту, и к дисциплине.

Оценка воспринимаемой полезности семинаров статистически значимо превосходила соответствующую оценку всех прочих использованных инструментов; воспринимаемая полезность прочих использованных образовательных инструментов оказалась примерно на одном уровне. Полезность неигрового чат-бота оказалась чуть меньше полезности остальных инструментов, однако эта разница не является статистически значимой. Это объяснимо, ведь студенты не были новичками в программировании на момент проведения эксперимента и могли программировать на начальном уровне. Большинству студентов, согласно ответам на вопросы анкеты, больше нравилось писать код. Семинары были посвящены преимущественно написанию программ. Кроме того, на семинарских занятиях разбирались новые темы, решались разнообразные задачи, анализировались альтернативные подходы к их решению. Поэтому **полезность семинаров значительно выше, чем у остальных инструментов, которые были направлены в основном на развитие отдельных навыков**. Эти новые навыки, кстати, могли использоваться в дальнейшем и на семинарах, за счет чего восприятие полезности семинаров увеличилось. Возможно, расширение функционала игрового чат-бота, например, добавление заданий по написанию кода с задействованием распознанной строчки программы, позволит увеличить его полезность и приблизить к полезности семинаров. Данное предположение будет проверено в следующих исследованиях.

Таким образом, хотя оценка полезности игрового чат-бота ниже аналогичной оценки семинаров, а оценки сложности были примерно равны, увлекательность игрового чат-бота оказалась статистически значимо самой высокой. Следовательно, за счет использования такого образовательного инструмента можно значительно повысить интерес к занятиям курса, в том числе к семинарам, в рамках которых можно использовать командный режим работы чат-бота. Реализация большего количества типов заданий в игровом чат-боте позволит увеличить его полезность и увлекательность. Важным достоинством игрового чат-бота является его способность развивать надпредметные навыки, в частности, память и логическое мышление.

6. Выводы

В свете возросшей роли чат-ботов важно исследовать эффективность DGBL на базе этого инструмента, в том числе в сравнении с другими образовательными инструментами по критериям увлекательности, сложности и воспринимаемой полезности.

По итогам эксперимента, в ходе которого игровой чат-бот с заданиями-головололками для обучения

программированию сравнивался с другими образовательными инструментами, было установлено, что студентам **одинаково интересен, полезен и сложен как индивидуальный, так и командный режим игрового чат-бота с заданиями-головололками**. Поэтому **игровой чат-бот можно использовать как вне аудитории, так и на аудиторных занятиях**. Если заложить в чат-бот задания разных типов, в том числе связанные с написанием программного кода, то это повысит полезность чат-бота. **А поскольку интерес к игровому чат-боту превысил интерес к семинарам, использование на семинарах игрового чат-бота позволит увеличить и увлекательность семинарских занятий**, а также поможет проводить азартные учебные соревнования.

Кроме того, важное значение для результативности DGBL имеют реализованные механики. Использование игровых механик и игрового чат-бота с заданиями-головололками значительно повышает интерес к образовательному инструменту, поэтому игровой чат-бот имеет преимущества перед играми и неигровыми чат-ботами.

Дальнейшая работа предполагает исследование факторов, которые влияют на увлекательность, сложность и воспринимаемую полезность игрового чат-бота с заданиями-головололками для обучения программированию.

Финансирование

Публикация подготовлена в ходе/в результате проведения исследования/работы (№ 22-00-052) в рамках Программы «Научный фонд Национального исследовательского университета “Высшая школа экономики” (НИУ ВШЭ)».

Funding

The publication was prepared in the course of/as the result of the research/work (grant No 22-00-052) within the framework of the HSE Academic Fund Program.

Список источников / References

1. Инамова Г. А., Кодиров З. З. Технология компьютерных игр в процессе обучения. *Механика и технология*. 2022;(1):181–188.
[Inamova G. A., Kodirov Z. Z. Technology of computer games in the learning process. 2022;(1):181–188. (In Russian.)]
2. Zhan Z., He L., Tong Y., Liang X., Guo Sh., Lan X. The effectiveness of gamification in programming education: Evidence from a meta-analysis. *Computers and Education: Artificial Intelligence*. 2022;3:100096. DOI: 10.1016/J.CAEAI.2022.100096.
3. Hartevelde C., Smith G., Carmichael G., Gee E., Stewart-Gardiner C. A design-focused analysis of games teaching computer science. *Proc. of Games+Learning+Society Conf. (GLS10)*. Pittsburgh, PA, USA, ETC Press; 2014;10:1–8. Available at: <http://gailcarmichael.com/sites/default/files/DesignFocusedAnalysisGamesCS.pdf>
4. Setiawan H., Phillipson S. The effectiveness of Game-Based Science Learning (GBSL) to improve students' academic achievement: A meta-analysis of current research from 2010 to 2017. *REiD (Research and Evaluation in Education)*. 2019;5(2):152–168. DOI: 10.21831/REID.V5I2.28073.
5. Karakoç B., Eryılmaz K., Turan Özpolat E., Yildirim İ. The effect of game-based learning on student achievement: A meta-analysis study. *Technology, Knowledge and Learning*. 2020;27(1):207–222. DOI: 10.1007/S10758-020-09471-5.

6. Fadda D., Pellegrini M., Vivanet G., Zandonella Callegher C. Effects of digital games on student motivation in mathematics: A meta-analysis in K-12. *Journal of Computer Assisted Learning*. 2022;38(1):304–325. DOI: 10.1111/JCAL.12618.
 7. Wang L.-H., Chen B., Hwang G.-J., Wang Y.-Q. Effects of digital game-based STEM education on students' learning achievement: A meta-analysis. *International Journal of STEM Education*. 2022;9(1):1–13. DOI: 10.1186/S40594-022-00344-0/TABLES/2.
 8. Hussein M. H., Ow S. H., Loh S. Ch., Thong M. K., Ale Ebrahim N. Effects of digital game-based learning on elementary science learning: A systematic review. *IEEE Access*. 2019;7:62465–62478. DOI: 10.1109/ACCESS.2019.2916324.
 9. Lei H., Chiu M. M., Wang D., Wang C., Xie T. Effects of game-based learning on students' achievement in science: A meta-analysis. *Journal of Educational Computing Research*. 2022;60(6):1373–1398. DOI: 10.1177/07356331211064543.
 10. Mao W., Cui Y., Chiu M. M., Lei H. Effects of game-based learning on students' critical thinking: A meta-analysis. *Journal of Educational Computing Research*. 2021;59(8):1682–1708. DOI: 10.1177/07356331211007098.
 11. Lei H., Wang C., Chiu M. M., Chen S. Do educational games affect students' achievement emotions? Evidence from a meta-analysis. *Journal of Computer Assisted Learning*. 2022;38(4):946–959. DOI: 10.1111/JCAL.12664.
 12. Vahldick A., Mendes A. J., Marcelino M. J. A review of games designed to improve introductory computer programming competencies. *Proc. Frontiers in Education Conf. (FIE)*. Madrid, Spain, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc.; 2014:1–7. DOI: 10.1109/FIE.2014.7044114.
 13. Miljanovic M. A., Bradbury J. S. A review of serious games for programming. *Serious Games. Proc. 4th Joint Int. Conf. JCSG2018. Lecture Notes in Computer Science*. Springer, Cham; 2018;11243:204–216. DOI: 10.1007/978-3-030-02762-9_21.
 14. Giannakoulas A., Xinogalos S. A review of educational games for teaching programming to primary school students. *Handbook of Research on Tools for Teaching Computational Thinking in P-12 Education*. Hershey, PA, USA, Information Science Pub., IGI Global; 2020:1–30. DOI: 10.4018/978-1-7998-4576-8.ch001.
 15. Nickerson R. S. Five down, absquatulated: Crossword puzzle clues to how the mind works. *Psychonomic Bulletin & Review*. 2011;18(2):217–241. DOI: 10.3758/S13423-011-0069-X.
 16. Murphy M., Spillane K., Cully J., Navarro-Pardo E., Moret-Tatay C. Can word puzzles be tailored to improve different dimensions of verbal fluency? A report of an intervention study. *The Journal of Psychology*. 2016;150(6):743–754. DOI: 10.1080/00223980.2016.1182887.
 17. Brooker H., Wesnes K. A., Ballard C., Hampshire A., Aarsland D., Khan Z., Stenton R., McCambridge L., Corbett A. An online investigation of the relationship between the frequency of word puzzle use and cognitive function in a large sample of older adults. *International Journal of Geriatric Psychiatry*. 2019;34(7):921–931. DOI: 10.1002/GPS.5033.
 18. Harrison-Dening K. "Use it or lose it": The relationship between the frequency of word puzzle use and cognitive function. *Evidence Based Nursing*. 2020;23(4):104. DOI: 10.1136/EBNURS-2019-103165.
 19. Gaikwad N., Tankhiwale S. Crossword puzzles: Self-learning tool in pharmacology. *Perspectives on Medical Education*. 2012;1(5–6):237–248. DOI: 10.1007/S40037-012-0033-0.
 20. Nirmal L., Muthu M. S., Prasad M. Use of puzzles as an effective teaching-learning method for dental undergraduates. *International Journal of Clinical Pediatric Dentistry*. 2020;13(6):606–610. DOI: 10.5005/JP-JOURNALS-10005-1834.
 21. Okonkwo C. W., Ade-Ibijola A. Chatbots applications in education: A systematic review. *Computers and Education: Artificial Intelligence*. 2021;2:100033. DOI: 10.1016/J.CAEAI.2021.100033.
 22. Pérez J. Q., Daradoumis T., Puig J. M. M. Rediscovering the use of chatbots in education: A systematic literature review. *Computer Applications in Engineering Education*. 2020;28(6):1549–1565. DOI: 10.1002/CAE.22326.
 23. Garcia Brustenga G., Fuertes-Alpiste M., Molas-Castells N. Briefing paper: Chatbots in education. Barcelona, Spain, eLearn Center, Universitat Oberta de Catalunya; 2018. 32 p. DOI: 10.7238/elc.chatbots.2018.
 24. Benotti L., Martínez M. C., Schapachnik F. A tool for introducing computer science with automatic formative assessment. *IEEE Transactions on Learning Technologies*. 2018;11(2):179–192. DOI: 10.1109/TLT.2017.2682084.
 25. Katchapakirin K., Anutariya C. An architectural design of ScratchThAI: A conversational agent for computational thinking development using Scratch. *Proc. 10th Int. Conf. on Advances in Information Technology (IAIT '18)*. New York, USA, Association for Computing Machinery; 2018:1–7. DOI: 10.1145/3291280.3291787.
 26. Verleger M., Pembridge J. J. A pilot study integrating an AI-driven chatbot in an introductory programming course. *Proc. of IEEE Frontiers in Education Conf. (FIE 2018)*. San Jose, CA, USA, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc.; 2018:1–4. DOI: 10.1109/FIE.2018.8659282.
 27. Sakakibara A., Hosobe H. A video game-like approach to supporting novices in learning programming. *Proc. 8th Int. Conf. "Learning and Collaboration Technologies: Games and Virtual Environments for Learning" (LCT 2021)*. Berlin, Heidelberg, Germany, Springer-Verlag; 2021;12785:84–93. DOI: 10.1007/978-3-030-77943-6_6.
 28. Lin Y.-H., Tsai T. A conversational assistant on mobile devices for primitive learners of computer programming. *Proc. IEEE Int. Conf. on Engineering, Technology and Education (TALE 2019)*. Yogyakarta, Indonesia, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc.; 2019:1–4. DOI: 10.1109/TALE48000.2019.9226015.
 29. Lin Y.-H. Chatbot script design for programming language learning. *Proc. IEEE 5th Eurasian Conf. on Educational Innovation (ECEI 2022)*. Taipei, Taiwan, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc.; 2022:123–125. DOI: 10.1109/ECEI53102.2022.9829460.
 30. Варнавский А. Н. Использование игрового чат-бота для развития навыков алгоритмического и логического мышления. *Информатика и образование*. 2024;39(2):48–58. EDN: KEMTKP. DOI: 10.32517/0234-0453-2024-39-2-48-58.
- [Varnavsky A. N. Using the gaming chatbot to develop algorithmic and logical thinking skills. *Informatics and Education*. 2024;39(2):48–58. (In Russian.) EDN: KEMTKP. DOI: 10.32517/0234-0453-2024-39-2-48-58.]

Информация об авторе

Варнавский Александр Николаевич, канд. тех. наук, доцент, доцент департамента компьютерной инженерии, Московский институт электроники и математики им. А. Н. Тихонова, Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», г. Москва, Россия; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3416-7645>; e-mail: avarnavsky@hse.ru

Information about the author

Alexander N. Varnavsky, Candidate of Sciences (Engineering), Docent, Associate Professor at the School of Computer Engineering, HSE Tikhonov Moscow Institute of Electronics and Mathematics, National Research University Higher School of Economics, Moscow, Russia; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3416-7645>; e-mail: avarnavsky@hse.ru

Поступила в редакцию / Received: 04.12.23.

Поступила после рецензирования / Revised: 22.02.24.

Принята к печати / Accepted: 27.02.24.