

DOI: 10.32517/0234-0453-2024-39-2-48-58

# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИГРОВОГО ЧАТ-БОТА ДЛЯ РАЗВИТИЯ НАВЫКОВ АЛГОРИТМИЧЕСКОГО И ЛОГИЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ

А. Н. Варнавский<sup>1</sup> ✉<sup>1</sup> Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», г. Москва, Россия

✉ avarnavsky@hse.ru

## Аннотация

Использование специальных компьютерных игр на занятиях повышает вовлеченность обучающихся в образовательный процесс, поддерживает их интерес к получению знаний и навыков, в том числе при обучении программированию. Вследствие логического и рационального характера решения задач по программированию для обучения компьютерным наукам хорошо подходят логические игры и игры-головоломки, которые развивают когнитивные способности, логическое и алгоритмическое мышление. С учетом популярности игры-головоломки Wordle, а также того факта, что словесные игры очень эффективны для развития когнитивных способностей, был разработан игровой чат-бот с заданиями-головоломками, организованный по принципам Wordle, для изучения компьютерных наук и программирования. Целью статьи является исследование влияния разработанного игрового чат-бота на алгоритмическое и логическое мышление студентов.

В исследовании приняли участие студенты 3-го курса бакалавриата направления подготовки «Информационные системы и технологии» факультета информационных технологий Московского политехнического университета. Студенты использовали игрового чат-бота вне аудитории в течение десяти дней, а также заполняли анкеты до и после использования. Анализ опросов студентов показал положительное влияние данного чат-бота на активизацию памяти, внимания и в особенности логического мышления обучающихся, а также на оценку восприятия студентами сложности программирования, собственных знаний о языках программирования и навыков логического мышления.

Полученные результаты расширяют современные представления относительно применения игровых чат-ботов и заданий-головоломок при обучении компьютерным наукам и программированию. Представленный чат-бот повышает интерес обучающихся к занятиям, вовлеченность в процесс обучения, а также обеспечивает развитие их когнитивных способностей.

Сделанные в статье выводы могут иметь практический интерес для преподавателей информатики и программирования, внося вклад в развитие построения игровых чат-ботов, а также использования словесных головоломок для обучения компьютерным наукам.

**Ключевые слова:** компьютерные игры, логическое мышление, игровой чат-бот, программирование, задания-головоломки, Wordle.

## Для цитирования:

Варнавский А. Н. Использование игрового чат-бота для развития навыков алгоритмического и логического мышления. Информатика и образование. 2024;39(2):48–58. DOI: 10.32517/0234-0453-2024-39-2-48-58.

## USING THE GAMING CHATBOT TO DEVELOP ALGORITHMIC AND LOGICAL THINKING SKILLS

A. N. Varnavsky<sup>1</sup> ✉<sup>1</sup> National Research University Higher School of Economics, Moscow, Russia

✉ avarnavsky@hse.ru

## Abstract

The use of special computer games in classes increases student engagement and maintains their interest in learning, including learning computer science. Due to the logical and rational nature of solving programming problems, logic games and puzzle games that develop cognitive abilities, logical and algorithmic thinking are well suited for teaching computer science. Considering the popularity of Wordle puzzle game and the fact that word games are very effective for developing cognitive abilities, a gaming chatbot with puzzle tasks organized according to Wordle principles was developed for learning computer science and programming. The aim of the article is to investigate the effect of the developed gaming chatbot on students' algorithmic and logical thinking.

The study involved 3rd year undergraduate students of the educational program "Information Systems and Technologies", Faculty of Information Technologies, Moscow Polytechnic University. The students used the gaming chatbot outside of class for 10 days and completed surveys before and after use. The analysis of the students' surveys showed the impact of this gaming chatbot on the

© Варнавский А. Н., 2024

activation of memory, attention and to a greater extent logical thinking of the students, as well as on assessing students' perception of the complexity of programming, their own knowledge of programming languages and logical thinking skills.

The results of the study expand current ideas regarding the use of gaming chatbots and Wordle-type puzzle tasks in teaching computer science and programming. The presented gaming chatbot will help to increase students' interest in classes, students' involvement in the learning process, and ensure the development of their cognitive abilities.

The conclusions of the article may be of practical interest to informatics and programming teachers. They contribute to the development of the direction of building gaming chatbots, as well as the use of word puzzles for teaching computer science.

**Keywords:** computer games, logical thinking, gaming chatbot, programming, puzzle, Wordle.

**For citation:**

Varnavsky A. N. Using the gaming chatbot to develop algorithmic and logical thinking skills. *Informatics and Education*. 2024;39(2):48–58. (In Russian.) DOI: 10.32517/0234-0453-2024-39-2-48-58.

## 1. Введение

Для многих студентов обучение программированию является сложным процессом, особенно на начальном этапе. Исследователи часто связывают проблемы обучения компьютерным наукам с ограниченной мотивацией студентов [1, 2]. Поэтому актуальной задачей педагогов является применение методов обучения, повышающих вовлеченность и мотивацию обучающихся. Использование специальных компьютерных игр для обучения и получения знаний и навыков позволяет повысить вовлеченность студентов, особенно геймеров, и поддерживает их интерес к обучению. Игры могут быть более эффективными, чем традиционные средства обучения, в частности, при изучении научно-технических дисциплин, математики и второго языка [3].

Для успешного решения задач программирования необходимо иметь высокие когнитивные способности, обладать не только знаниями в области языков программирования, но также логическим и алгоритмическим мышлением. Исследователи-нейропсихологи и нейрофизиологи установили, что игры могут значительно улучшать исполнительные функции, рабочую память, скорость обработки информации и другие когнитивные функции молодых людей [4], а также заметили различия между воздействием игр разных видов и жанров на разные когнитивные показатели обучающихся [5].

Согласно Google Trends, в 2022 году во всем мире самым популярным поисковым запросом был «Wordle»<sup>1</sup>. Wordle<sup>2</sup> — это словесная игра-головоломка, в которой игроки за несколько попыток должны угадать слово из пяти букв. После каждого предположения игроку становится известно, какие буквы введенного слова угаданы правильно и в правильном месте, какие буквы есть в ответе, но на другой позиции, а какие буквы в загаданном слове отсутствуют.

Принципы игры Wordle можно адаптировать для создания игры-головоломки по распознаванию программного кода и использовать в процессе обучения программированию. Учитывая текстовый формат игры Wordle, игру-головоломку для обучения программированию можно реализовать в виде чат-

бота — технологии, которая является популярной, в том числе в сфере обучения [6]. На текущий момент существуют чат-боты для обучения программированию, однако их гораздо меньше, чем цифровых игр на эту же тему (и исследований их применения и эффективности тоже). Количество игровых чат-ботов еще меньше, и они в основном представляют собой тесты и викторины.

Целью статьи является исследование влияния игрового чат-бота, организованного по принципам Wordle для изучения компьютерных наук и программирования, на алгоритмическое и логическое мышление. Понимание такого влияния позволит педагогам разумно подойти к внедрению игрового чат-бота и заданий-головоломок в образовательный процесс, а также поможет эффективно развивать алгоритмическое и логическое мышление у студентов. Достижение поставленной цели будет способствовать развитию способов построения игровых чат-ботов, а также использования словесных головоломок для обучения компьютерным наукам.

## 2. Анализ литературы

### 2.1. Использование игр в обучении программированию

Компьютерное программирование требует значительных когнитивных усилий, именно поэтому в последние годы наблюдается рост количества цифровых игр, разработанных специально для обучения навыкам программирования. Обзор подобных игр A. Vahldick, A. J. Mendes, M. J. Marcelino «A review of games designed to improve introductory computer programming competencies» [7] показал, что они преимущественно направлены на развитие трех компетенций в области программирования — понимания, письма и отладки, а самым популярным типом являются экшн-игры, в которых игрок путем написания программного кода задает движения некоторого персонажа в смоделированном мире. Вторым по популярности типом являются приключенческие игры, в которых необходимо руководить персонажем, взаимодействующим с элементами, управляемыми игрой. К третьей категории были отнесены игры, представляющие собой симуляторы, стратегии в реальном времени и игры-лабиринты.

Обзор и систематизация научных работ, представленные Z. Zhan, L. He, Y. Tong и другими в статье

<sup>1</sup> Арбузова А. Wordle и другие популярные поисковые запросы в Google в 2022 году. РБК. 09.12.2022. <https://trends.rbc.ru/trends/social/639315ba9a79470c0745dc59>

<sup>2</sup> Wordle. <https://www.nytimes.com/games/wordle/index.html>

«The effectiveness of gamification in programming education: Evidence from a meta-analysis» [8], показали положительное влияние цифровых образовательных игр на обучение программированию, причем этот эффект более выражен в текстовом программировании, чем в графическом. Например, наибольшее влияние игры оказывают на мотивацию обучающихся, за которой следуют академические достижения, и наименьшее влияние — на когнитивную нагрузку студентов. При этом игры как соревновательный механизм оказываются наиболее эффективны в развитии когнитивных способностей и увеличении мотивации обучающихся [9].

Многие цифровые обучающие игры представлены на ресурсе MobyGames.com<sup>1</sup> и в обзорах исследователей (см., например, [7, 10–12]). Среди них **преобладают игры для обучения программированию школьников или новичков**. Значительно меньше игр для студентов бакалавриата и для закрепления навыков студентов, уже умеющих программировать. Игр, посвященных развитию навыков чтения кода, еще меньше, хотя именно эти навыки очень важны при работе в команде и разработке программного проекта.

Для выполнения задач программирования обучающимся необходимо иметь как специальные знания, *hard skills*, так и развитое алгоритмическое и логическое мышление, то есть *soft skills*. *Soft skills* можно развивать с помощью текстовых заданий и головоломок в играх, которые являются не только эффективными инструментами для самостоятельной работы, активного обучения [13] и закрепления материала [14], но и средством развития когнитивных способностей обучающихся [15].

При создании цифровых игр необходимо учитывать особенности различных платформ и устройств, важно использовать в играх другие технологии, чтобы содействовать росту популярности цифровых игр в образовательных приложениях [16].

## 2.2. Игры-головоломки: преимущества использования

Существует отдельное направление обучения на основе головоломок [17], которое используется для различных дисциплин и направлений, включая инженерно-технические и ИТ. С помощью образовательных головоломок обучающихся привлекают к изучению компьютерных наук и инженерных программ, удерживают их внимание и интерес, мотивируют их, развивают их критическое мышление и навыки решения проблем [18]. Замечена тесная связь между способностью решать головоломки и способностью решать отраслевые и бизнес-задачи [19]. Часто головоломки используются для привлечения студентов-гуманитариев к изучению технических дисциплин (например, математической логики, теории алгоритмов, теории графов) [19]. Преимущества

обучения на основе игр-головоломок включают в себя превращение пассивных обучающихся в активных, повышение их интереса, удовлетворенности и академической успеваемости [20].

Головоломки являются инструментом, направленным в первую очередь на развитие мыслительных навыков, а не получение информации [18]. Использование игр-головоломок в обучении приводит к значительному улучшению когнитивных способностей студентов, таких как [17, 18]:

- быстрое мышление (скорость обработки информации);
- запоминание информации (рабочая память);
- гибкое реагирование на рабочие цели (когнитивный контроль);
- умение решать новые проблемы (формулирование умозаключений).

Кроме того, игры-головоломки улучшают исполнительную деятельность (из-за необходимости формулировать стратегии, планировать и перестраивать их) [20].

В статье **C. Hartevelde, G. Smith, G. Carmichael и других «A design-focused analysis of games teaching computer science»** [10] отмечается, что для обучения компьютерным наукам хорошо подходят логические игры и игры-головоломки, потому что они требуют логического и рационального мышления (см. также [7, 21, 22]). Логические стратегические игры наиболее эффективны для улучшения академических достижений, а игры-головоломки — для повышения мотивации и улучшения мыслительных навыков [8].

Игры-головоломки используются для разных уровней обучения. Например, **B. H. Schlingloff** в статье «**Teaching model checking via games and puzzles**» [23] предложил использовать головоломки на основе судоку, игры «Пятнашки», «Крестики-нолики» и задачи типа «Волк, коза и капуста» в курсе по автоматизированной верификации на продвинутом уровне бакалавриата или в магистратуре для введения различных формализмов моделирования, для проверки моделей и при изучении языков спецификаций.

Большая часть головоломок используется на начальном этапе обучения или вводных курсах программирования [24]. В качестве примера можно привести головоломки по программированию на Python, описанные в докладе **T. Schuster, A. Kalyan, O. Polozov, A. T. Kalai «Programming puzzles»** [25]. Каждая головоломка задается короткой программой на Python, и цель учащегося состоит в том, чтобы найти вводные данные, которые заставляют программу выдавать в качестве ответа True. Авторы обнаружили, что решение головоломок стимулирует навыки кодирования.

## 2.3. Словесные головоломки: преимущества использования

Отдельным видом головоломок, которые используются в образовательном процессе, являются словесные головоломки, в частности кроссворды [14] и игры на поиск слов [13], которые в основном

<sup>1</sup> Подробнее см.: <https://www.mobygames.com/genre/educational/>

распространены в преподавании и изучении иностранного языка [26] и обучении медицине [27], а также в технических дисциплинах, например, при изучении полупроводников [28]. За исключением отдельных работ, например, статьи «**The cryptic crossword puzzle as a useful analogue in teaching programming**» Simon [29], в которой 20 лет назад было предложено использовать кроссворды-загадки для обучения программированию начинающих с целью развития аналитического мышления и навыков решения проблем, данные виды головоломок редко используются в обучении программированию, хотя обладают большим потенциалом развития когнитивных способностей [15]. Словесные головоломки увеличивают словарный запас, развивают рабочую память, навыки когнитивной обработки, повышают разнообразие стратегий извлечения информации из рабочей памяти, усиливают способности к рассуждениям и мышление в целом [30–32]. Такие головоломки могут быть встроены в интеллектуальные игровые курсы и интегрированы с другими инструментами, что позволяет снизить когнитивную нагрузку обучающихся, повысить мотивацию к обучению, качество межличностного общения и учебные достижения [33].

Использование словесных головоломок улучшает обучение и запоминание информации, ориентирует студентов на базовые тезисы, на которых они должны сосредоточиться, дает хороший обзор материала, изложенного в лекциях [34], делает занятия более интересными и повышает мотивацию обучающихся [27], а также помогает находить выход из различных ситуаций и развивает навыки принятия решений [35]. Эти головоломки применяются как в командной работе, так и для повышения соревновательности в учебном процессе [34].

Словесные головоломки являются средством развития когнитивных способностей [15]. Те, кто решает словесные головоломки, имеют более высокие показатели когнитивных процессов, чем люди, которые их не решают [36, 37], а эксперты по Scrabble и кроссвордам значительно превосходят студентов с высоким уровнем развития когнитивных показателей [30]. Чтобы успешно решать словесные головоломки, нужны не просто общие знания, но и способности зрительно-пространственной и вербальной рабочей памяти, поскольку ими определяется процесс поиска слов и стратегии их извлечения из долговременной памяти [38]. В рабочей памяти одновременно осуществляется когнитивная обработка информации и ее кратковременное хранение. При решении словесной головоломки необходимо постоянно перебирать доступные буквы, мысленно вести список букв, составлять их возможные комбинации, одновременно читать словесные подсказки в головоломке, а еще извлекать слова, хранящиеся в долговременной памяти [30].

Помимо традиционных кроссвордов, существуют так называемые «загадочные кроссворды», или «кроссворды в британском стиле», в которых

к ответам ведут не прямые подсказки, а другие головоломки или задачи. Для ответов на такие многоступенчатые вопросы необходимо применять навыки решения проблем, а также обладать хорошим словарным запасом. Результаты исследования К. J. Friedlander, Ph. A. Fine «**The grounded expertise components approach in the novel area of cryptic crossword solving**» [32] показали, что этот тип головоломок требует сочетания разнообразных лексических способностей, навыков логического и аналитического мышления, а на скорость их решения влияют возможности рабочей памяти. Подобная комбинация подразумевает определенный уровень развития когнитивных способностей, способствующий достижению успехов в учебе, особенно в научной сфере и ИТ. К. J. Friedlander, Ph. A. Fine в статье «**Fluid intelligence is key to successful cryptic crossword solving**» [31] предположили, что в процессе отгадывания этих головоломок важную роль играют подвижный интеллект, умение использовать комбинацию алгебраических и аналитических методов для решения математических задач, умение решать задачи на сопоставление образов и зрительно-пространственных манипуляций. Заметны аналогии между решением «загадочных кроссвордов» и задач компьютерного программирования, поскольку ясное аналитическое мышление и продуктивная проверка гипотез необходимы в обоих случаях [29].

Следует отметить, что работа со словарным запасом, синтаксисом и лексикой важна для программиста, поскольку, во-первых, программы не могут быть написаны без знаний синтаксических правил языка программирования [39], а во-вторых, низкое разнообразие лексики ухудшает понимание программы и, следовательно, требует от разработчиков затрачивать больше усилий на поддержку программного обеспечения [40].

Учитывая потенциал словесных головоломок, следует активно применять их в обучении программированию и компьютерным наукам. Кроссворды и игры на поиск слов не нашли широкого использования в обучении программированию, поэтому необходимо найти такие словесные головоломки, которые будут интересны и увлекательны для студентов разного уровня подготовки, при этом будут развивать их навыки [18]. Данные головоломки должны быть правильно интегрированы в образовательный процесс (как, например, интерактивная головоломка на основе визуальной карты, описанная в статье A. Khamparia, B. Pandey «**Effects of visual map embedded approach on students learning performance using Briggs—Myers learning style in word puzzle gaming course**» [33]), а также соответствовать ключевым принципам успешных обучающих игр [41]:

- обеспечение внешней мотивации;
- обеспечение равных возможностей для участия;
- наличие продуктивной неудачи;
- наличие известной цели.

### 3. Материалы и методы

#### 3.1. Игровой чат-бот для мессенджера Telegram

Для проведения исследования был разработан игровой чат-бот «Распознай команду Python» для мессенджера Telegram с задачами-головоломками, организованными по принципам Wordle. Данный игровой чат-бот предназначен для поддержки обучения текстовым языкам программирования или компьютерным дисциплинам, в которых используются текстовые языки программирования, в частности Python.

Суть работы бота заключается в следующем. Случайным образом выбирается строчка некоторой программы на языке программирования Python. К этой строке применяются некоторые упрощения, преобразующие сложные имена переменных в имена «a», «b», «c» и т. д., числовые данные — в 1, 2, 3 и т. д., строковые данные — в «a», «b», «c» и т. д. Далее каждый символ полученной строки программного кода зашифровывается символом \* (рис. 1). Студент

должен в диалоговом режиме расшифровать полученную строку, введя предполагаемый код аналогичной длины. В случае наличия символов в указанных студентом позициях они открываются. При наличии символов в других позициях они отображаются в дополнительной строке после символа «#». Чем раньше студент расшифрует код, тем больше очков за выполнение задания он получит. Помимо контроля введенной длины кода, осуществляется контроль соблюдения правил PEP8 для языка программирования Python, а также контроль наличия открытых символов. 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.

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).

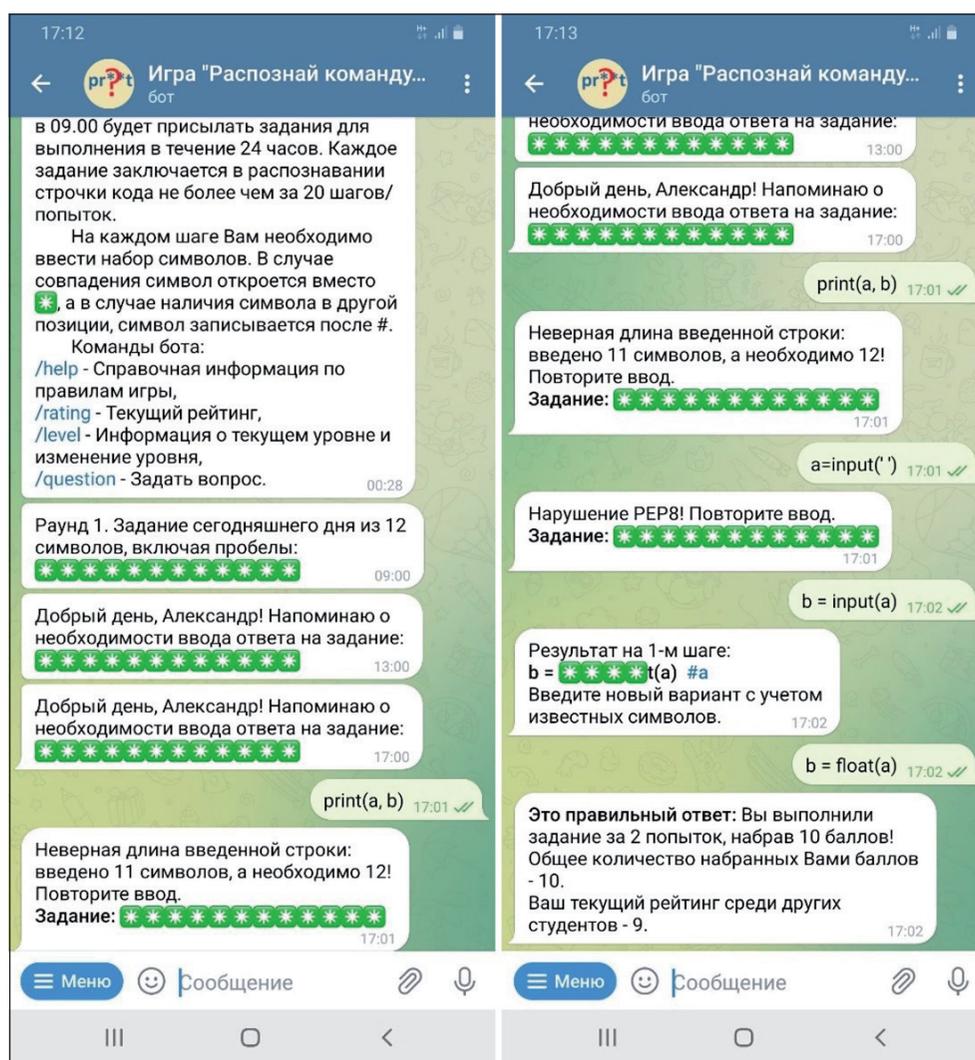


Рис. 1. Работа игрового чат-бота «Распознай команду Python»

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

На рисунке 1 приведен пример работы бота, в котором была закодирована строчка «`b = float(a)`». Бот не принял строку «`print(a, b)`» из-за неверной длины и строку «`a=input()`» из-за нарушения правил PEP8. Строка «`b = input(a)`» была принята: чат-бот показал, что закодированная строчка начинается с «`b =`», заканчивается на «`t(a)`» и имеет символ «`a`». Следующий ввод «`b = float(a)`» оказался правильным ответом.

### 3.2. Процедура исследования

В исследовании приняли участие 36 студентов бакалавриата 3-го курса направления подготовки «Информационные системы и технологии» факультета информационных технологий Московского политехнического университета. Обучающиеся не являлись новичками в программировании, многие знали язык Python, однако основными (в том числе предпочитаемыми) языками программирования для них были Java и JavaScript. Студенты использовали игрового чат-бота вне аудитории в течение десяти дней. В день можно было решить не больше трех головоломок. К финалу каждый обучающийся получил некоторую сумму набранных баллов, занял определенное место в рейтинге с конкретным числом решенных и нерешенных заданий, а также узнал среднее число шагов, затраченных им на решение одной головоломки.

В рамках исследования было разработано 2 анкеты. Первая анкета служила для оценки от-

ношения обучающихся к программированию и самооценки их уровня знаний и навыков в программировании, а также когнитивных способностей. Вторая анкета служила для оценки игрового чат-бота: насколько он интересен студентам, сложен и полезен. В анкетах применялась пятибалльная шкала Лайкерта, однако для вопросов об удобстве и удовольствии от работы с чат-ботом использовалась номинальная шкала с четырьмя значениями. Перед началом взаимодействия с чат-ботом студенты заполнили первую анкету, а после окончания — вторую анкету и первую повторно.

## 4. Результаты

### 4.1. Портрет студента

По результатам первого заполнения первой анкеты сформируем исходный портрет студента. Распределения показателей студентов представлены на гистограммах (рис. 2). Так, *средний интерес студентов* к программированию составил 3,3 балла, однако 23 % студентов программирование неинтересно или мало интересно. 75 % студентов оценили *сложность программирования* в 3 и более баллов, а средний балл составил 2,89. 86 % студентов оценили *полезность программирования* в 3 и более баллов, а средний балл составил 3,42. *Интерес, сложность и воспринимаемая полезность* программирования на языке

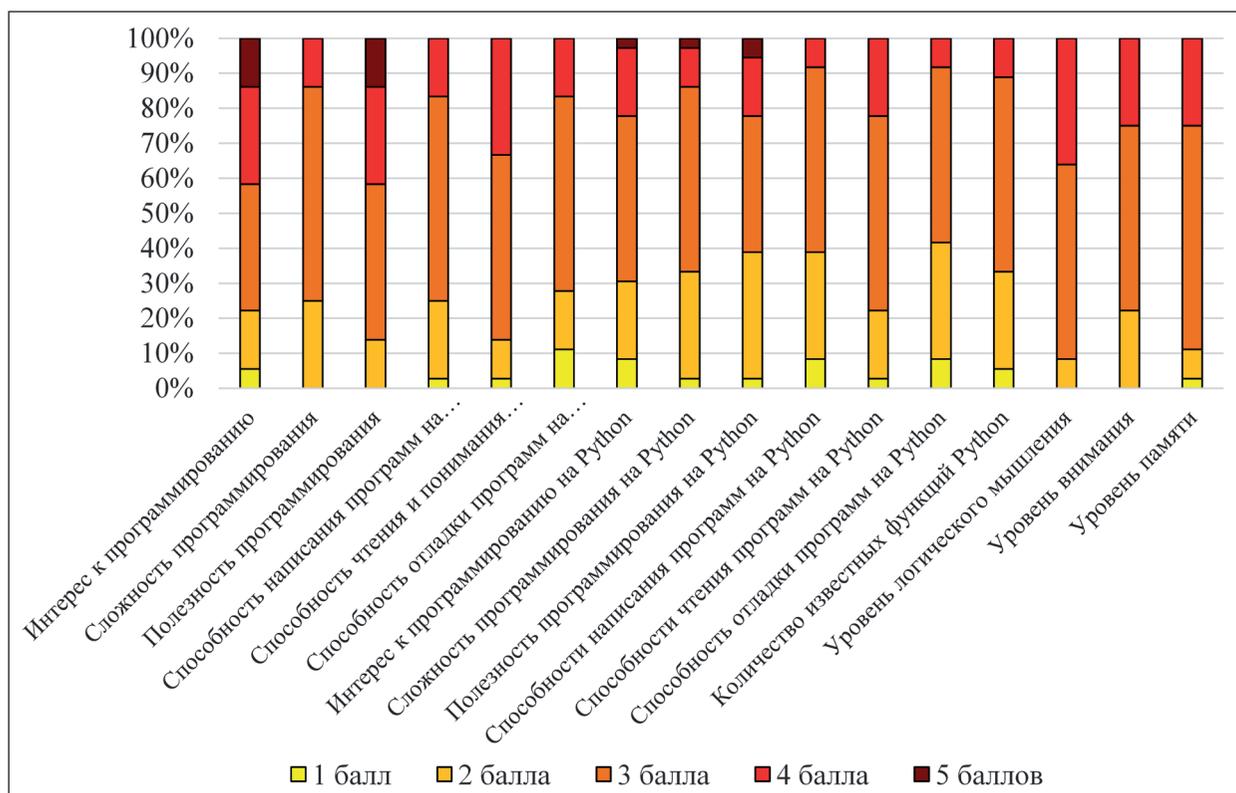


Рис. 2. Диаграмма распределения отношения студентов к программированию, самооценки их уровня знаний и навыков в программировании, когнитивных способностей

Fig. 2. The distribution diagram of students' attitudes towards programming, self-assessment of their level of knowledge and skills in programming, cognitive abilities

Python были оценены более скромно: средний инте-рес составил 2,84 балла, средняя сложность — 2,83 балла, средняя полезность — 2,9 балла. Средняя самооценка навыка написания программ на языке Python составила 2,61 балла, средняя самооценка навыка чтения и понимания программ — 2,97 балла, средняя самооценка навыка отладки программ — 2,56 балла, а среднее количество известных функций, операторов, команд по шкале от 1 (очень мало) до 5 (очень много) — 2,74 балла. Средняя самооценка уровня логического мышления составила 3,28 балла, средняя самооценка уровня внимания — 3,03 балла, средняя самооценка уровня памяти — 3,11 балла. Отметим, что лишь небольшое количество студентов поставили 5 баллов при ответе на вопросы.

Полученные средние значения каждого показателя внесем в таблицу.

После использования игрового чат-бота средние значения ответов студентов на вопросы первой анкеты изменились. Такое изменение могло быть случайным, но могло произойти и под действием игрового чат-бота. Используем *t*-тест для парных выборок, чтобы проверить гипотезу о том, что изменение оценок обусловлено использованием чат-бота. *t*-тест продемонстрировал:

- три показателя, значения которых статистически значимо отличаются до и после использования теста с уровнем значимости  $p < 0,05$ , — сложность программирования

в целом, количество функций Python, уровень логического мышления;

- три показателя, значения которых статистически значимо отличаются до и после использования теста с уровнем значимости  $p < 0,1$ , — сложность программирования на Python, полезность программирования в целом и на Python.

Данные показатели отмечены в таблице.

Объективным показателем выполнения заданий в игровом чат-боте являлась сумма набранных баллов, которая явно коррелировала:

- с финальным уровнем заданий:  $r = 0,92$ ;
- с количеством полученных заданий:  $r = 0,89$ ;
- с количеством верно решенных заданий:  $r = 0,93$ ;
- с самооценкой навыка чтения и понимания программы на языке Python:  $r = 0,44$ .

Кроме того, данная сумма обратно коррелировала со средним количеством шагов, затраченных на решение одной головоломки ( $r = -0,57$ ), и оценкой сложности программирования ( $r = -0,44$ ).

Среднее количество шагов, затраченных на решение одной головоломки, обратно коррелировало с самооценкой уровня логического мышления:  $r = -0,32$ .

#### 4.2. Восприятие чат-бота

По результатам заполнения второй анкеты можно сделать вывод об отношении студентов к за-

Таблица / Table

#### Средние значения ответов студентов на вопросы первой анкеты до и после использования игрового чат-бота<sup>1</sup>

#### Average values of student answers to the questions of the first questionnaire before and after using the gaming chatbot

Показатель	Среднее значение до использования чат-бота, в баллах	Среднее значение после использования чат-бота, в баллах
Интерес к программированию в целом	3,28	3,44
Сложность программирования в целом	2,89	3,17**
Полезность программирования в целом	3,42	3,69*
Интерес к программированию на языке Python	2,86	2,92
Сложность программирования на языке Python	2,81	3,0*
Полезность программирования на языке Python	2,86	3,06*
Навык написания программ на языке Python	2,61	2,75
Навык чтения и понимания программ на языке Python	2,97	2,92
Навык отладки программ на языке Python	2,58	2,58
Количество известных элементов языка Python по шкале от 1 (очень мало) до 5 (очень много)	2,72	2,89**
Самооценка уровня логического мышления	3,28	3,5**
Самооценка уровня внимания	3,03	3,0
Самооценка уровня памяти	3,11	3,22

<sup>1</sup> Уровень статистической значимости для  $p < 0,1$  указан как \*, для  $p < 0,05$  — как \*\*.

даниям-головоломкам игрового чат-бота и к самому чат-боту. На рисунке 3 представлено распределение оценок увлекательности, сложности и воспринимаемой полезности заданий-головоломок игрового чат-бота, созданного по принципам Wordle. Среднее значение увлекательности заданий-головоломок оказалось равным 2,83 балла, среднее значение сложности — 3,44 балла, среднее значение воспринимаемой полезности — 2,53 балла.

На рисунке 4 представлено распределение оценок активизации памяти, внимания и логического мышления при выполнении заданий-головоломок игрового чат-бота, организованного по принципам Wordle. Среднее значение оценки активации памяти

оказалось равно 3,64 балла, внимания — 3,64 балла, логического мышления — 3,53 балла.

На рисунке 5 представлено распределение оценок способности заданий-головоломок игрового чат-бота, организованного по принципам Wordle, развивать память, внимание, логическое мышление, стимулировать запоминание и вспоминание элементов языка Python при продолжительном использовании. Среднее значение оценки способности развивать память равно 2,33 балла, внимание — 2,78 балла, логическое мышление — 2,94 балла, стимулировать запоминание и вспоминание элементов языка Python — 3,03 балла.

На рисунке 6 представлены распределения оценок удобства игрового чат-бота и удовольствия от его

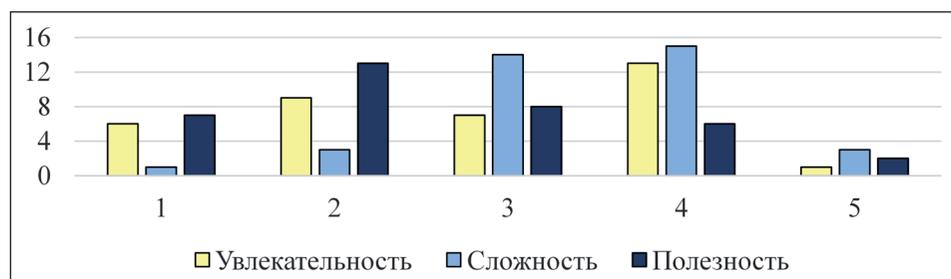


Рис. 3. Гистограмма распределения оценок увлекательности, сложности и воспринимаемой полезности игрового чат-бота

Fig. 3. The histogram of the distribution of fascination, difficulty, and perceived usefulness of the gaming chatbot

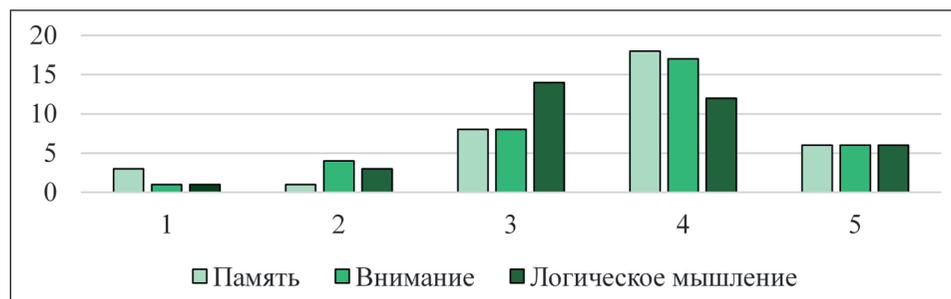


Рис. 4. Гистограмма распределения оценок активизации памяти, внимания и логического мышления при выполнении заданий-головоломок игрового чат-бота

Fig. 4. The histogram of the distribution of assessments of activating memory, attention, and logical thinking when performing task-puzzles of the gaming chatbot

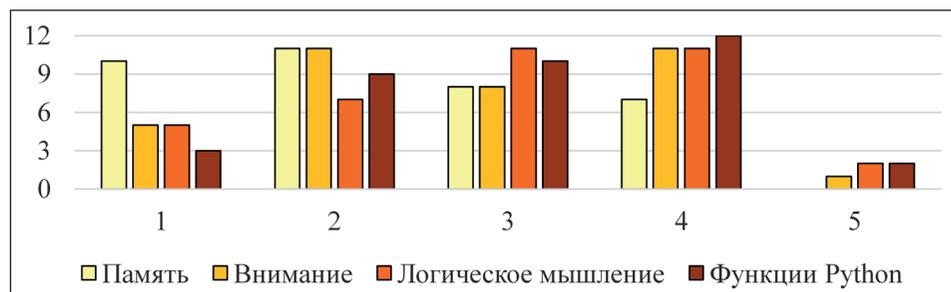
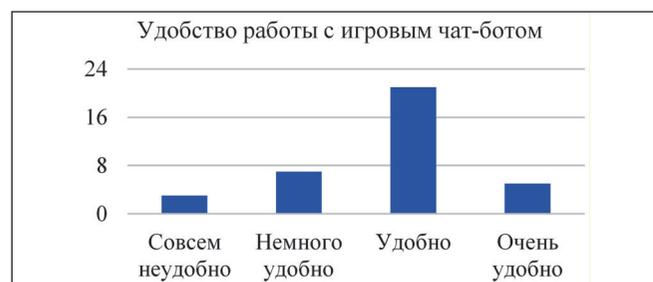


Рис. 5. Гистограмма распределения оценок способности заданий-головоломок игрового чат-бота развивать память, внимание, логическое мышление, знание и вспоминание элементов языка Python при продолжительном использовании

использования. Так, мода оценок удобства использования оказалась равным значению «Удобно», а мода оценок удовольствия от использования соответствует значению «Понравилось».



а



б

Рис. 6. Гистограммы распределений оценок игрового чат-бота:

а — удобство; б — удовольствие от использования

Fig. 6. The histograms of distributions of gaming chatbot assessments:

а — convenience; б — enjoyment of use

## 5. Обсуждение

В результате проведения эксперимента было получено два типа показателей:

- объективные — набранные баллы, количество решенных/нерешенных заданий, среднее количество шагов на решение одной головоломки);
- субъективные — оценки и самооценки, указанные в анкетах.

Очевидно, что существуют прямые и обратные корреляции между объективными и субъективными показателями (например, между суммой набранных баллов и оценкой сложности программирования на Python), которые позволяют доверять субъективным оценкам. Следовательно, выявленные различия в субъективных показателях до и после использования игрового чат-бота связаны именно с использованием чат-бота.

Для объяснения полученных результатов нужно учесть, что, во-первых, использование чат-бота осуществлялось только в течение десяти дней, а во-вторых, студенты, принимавшие участие в эксперименте, были старшекурсниками, которые в течение трех лет изучали различные ИТ-дисциплины, связанные с программированием. По этим причинам не стоит ожидать статистически значимого изменения

интереса к программированию. Однако можно заметить, что произошло статистически значимое изменение оценки сложности и воспринимаемой полезности программирования в целом и на языке Python. Задания-головоломки открыли глаза студентам и показали пробелы в знании языка программирования, и значит, представление обучающихся о сложности программирования как дисциплины увеличилось. С этим может быть связано и статистически незначимое уменьшение самооценки навыка чтения и понимания программы на Python. Воспринимаемая полезность задания зависит от его сложности, поэтому изменение восприятия сложности сказалось на полезности. Однако учитывая, что уровень значимости составил  $p < 0,1$ , мы уточним этот вопрос в следующих исследованиях.

Необходимо отметить, что для оценки влияния разработанного игрового чат-бота на алгоритмическое и логическое мышление студентов использовалась пятибалльная шкала, однако при заполнении первой анкеты в первый раз очень небольшое число обучающихся использовали все 5 баллов. Поэтому оценки в 3-4 балла при заполнении второй анкеты и втором заполнении первой анкеты свидетельствуют о положительном результате использования игрового чат-бота и его положительном влиянии на показатели обучения.

**Использование игрового чат-бота статистически значимо увеличило самооценку количества известных студентам команд, функций, операторов языка Python и уровня логического мышления.** Последнее наиболее интересно, поскольку развитие алгоритмического и логического мышления способствует повышению эффективности решения как профессиональных, так и бытовых задач. Кроме того, по результатам анкетирования мы видим, что **в процессе решения головоломок у студентов активизировалась память, внимание и в особенности логическое мышление.**

Сам игровой чат-бот оценивался преимущественно как удобный для использования, и только 16,67% студентов совсем не понравилось работать с ним.

## 6. Выводы

В настоящее время компьютерные игры активно используются в образовании, в том числе в обучении программированию. Цифровые игры практически всегда оказывают положительное влияние на вовлеченность обучающихся в процесс получения знаний и навыков, а также на их академические знания и успехи, а кроме того, могут использоваться для развития алгоритмического и логического мышления. Например, у людей, которые решают словесные задания и головоломки, показатели когнитивных процессов лучше, чем у людей, не решающих их.

С опорой на положительный опыт некоторых исследователей в адаптации популярных игр для создания обучающих компьютерных игр был реализован игровой чат-бот с заданиями-головоломка-

ми, организованными по принципам Wordle, для развития навыков алгоритмического и логического мышления у студентов, изучающих текстовые языки программирования или компьютерные дисциплины, в которых используются текстовые языки программирования.

Проведенное исследование показало положительное влияние использования данного игрового чат-бота на оценку студентами сложности программирования, самооценку количества известных команд, функций, операторов языка Python и уровня логического мышления. Обнаружено, что использование чат-бота активизирует память, внимание и в особенности логическое мышление.

Результаты исследования вносят вклад в развитие игровых чат-ботов, а также в использование словесных головоломок в обучении компьютерным наукам. Дальнейшая работа предполагает построение моделей, которые описывают влияние выделенных параметров выполнения заданий-головоломок на показатели алгоритмического и логического мышления, в том числе выявленные с использованием объективных тестов.

#### 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

- Nikula U., Gotel O., Kasurinen J. A motivation guided holistic rehabilitation of the first programming course. *ACM Transactions on Computing Education (TOCE)*. 2011;11(4):1–38. DOI: 10.1145/2048931.2048935.
- Santana B. L., Araujo L. G., Bittencourt R. A. Considerando a motivação dos estudantes em experiências de ensino-aprendizagem de computação. *Anais dos Workshops do VII Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE 2018)*. Fortaleza, CE, Brasil, Sociedade Brasileira de Computação; 2018:500. (In Portuguese.) DOI: 10.5753/CBIE.WCBIE.2018.500.
- Mayer R. E. Computer games in education. *Annual Review of Psychology*. 2019;70:531–549. DOI: 10.1146/ANNUREV-PSYCH-010418-102744.
- Nouchi R., Taki Y., Takeuchi H., et al. Brain training game boosts executive functions, working memory and processing speed in the young adults: A randomized controlled trial. *PLoS ONE*. 2013;8(2):e55518. DOI: 10.1371/JOURNAL.PONE.0055518.
- Huang V., Young M., Fiocco A. J. The association between video game play and cognitive function: Does gaming platform matter? *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*. 2017;20(11):689–694. DOI: 10.1089/CYBER.2017.0241.
- Cunningham-Nelson S., Boles W., Trouton L., Margerison E. A review of chatbots in education: Practical steps forward. *Proc. 30th Annual Conf. for the Australasian Association for Engineering Education (AAEE 2019): Educators Becoming Agents of Change: Innovate, Integrate, Motivate*. Brisbane, Queensland, Australia, Engineers Australia; 2019:299–306. DOI: 10.3316/INFORMIT.068364390172788.
- Vahldick A., Mendes A. J., Marcelino M. J. A review of games designed to improve introductory computer programming competencies. *Proc. Frontiers in Education Conference (FIE)*. Madrid, Spain, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc.; 2014:1–7. DOI: 10.1109/FIE.2014.7044114.
- Zhan Z., He L., Tong Y., et al. 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.
- Long J. Just for fun: Using programming games in software programming training and education. *Journal of Information Technology Education: Research*. 2007;6:279–290. DOI: 10.28945/216.
- Harteveld C., Smith G., Carmichael G., et al. A design-focused analysis of games teaching computer science. *Proc. Games+Learning+Society Conf. (GLS10)*. Pittsburgh, PA, USA, ETC Press; 2015:109–117. DOI: 10.1184/R1/6686768.
- 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.
- 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.
- 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.
- Zamani P., Haghighi S. B., Ravanbakhsh M. The use of crossword puzzles as an educational tool. *Journal of Advances in Medical Education & Professionalism*. 2021;9(2):102–108. DOI: 10.30476/JAMP.2021.87911.1330.
- Murphy M., Spillane K., Cully J., et al. 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.
- 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.
- Michalewicz Z., Michalewicz M. Puzzle-based learning: An introduction to critical thinking, mathematics, and problem solving. Melbourne, Victoria, Australia, Hybrid Publishers; 2008. 346 p.
- Falkner N., Sooriamurthi R., Michalewicz Z. Puzzle-based learning for engineering and computer science. *Computer*. 2010;43(4):20–28. DOI: 10.1109/MC.2010.113.
- Kawash J. Engaging students by intertwining puzzle-based and problem-based learning. *Proc. 13th Annual Conf. on Information Technology Education (SIGITE'12)*. New York, NY, USA, Association for Computing Machinery; 2012:227–232. DOI: 10.1145/2380552.2380617.
- Khorammakan R., Omid A., Mirmohammadsadeghi M., Ghadami A. Puzzle game-based learning: A new approach to promote learning of principles of coronary artery bypass graft surgery. *BMC Medical Education*. 2023;23:241. DOI: 10.1186/S12909-023-04156-W/TABLES/3.
- Lindberg R. S. N., Laine T. H., Haaranen L. Gamifying programming education in K-12: A review of programming curricula in seven countries and programming games. *British Journal of Educational Technology*. 2019;50(4):1979–1995. DOI: 10.1111/BJET.12685.
- Vahldick A., Farah P. R., Marcelino M. J., Mendes A. J. A blocks-based serious game to support introductory computer

programming in undergraduate education. *Computers in Human Behavior Reports*. 2020;2:100037. DOI: 10.1016/J.CHBR.2020.100037.

23. Schlingloff B. H. Teaching model checking via games and puzzles. *Proc. FMFun: International Workshop on Formal Methods — Fun for Everybody*. Springer Cham, 2021;1301:143–158. DOI: 10.1007/978-3-030-71374-4\_7/COVER.

24. Oyelere S. S., Agbo F. J., Sanusi I. T., et al. Impact of puzzle-based learning technique for programming education in Nigeria context. *Proc. IEEE 19th Int. Conf. on Advanced Learning Technologies (ICALT 2019)*. Maceio, Brazil, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc.; 2019;239–241. DOI: 10.1109/ICALT.2019.00072.

25. Schuster T., Kalyan A., Polozov O., Kalai A. T. Programming puzzles. *arXiv preprint*. 2021:1–38. DOI: 10.48550/arXiv.2106.05784.

26. A'yunin R., Aminin Z. Teachers' voice of using crossword puzzle games to improve students' vocabulary. *RETAIN (Research on English Language Teaching in Indonesia)*. 2023;11(2):8–14. Available at: <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/retain/article/view/54278>

27. Kalkan N., Güler S., Bulut H., Au A. Views of students on the use of crossword and word search puzzle as a teaching technique in nursing education: A mixed-method study. *Nurse Education Today*. 2022;119:105542. DOI: 10.1016/J.NEDT.2022.105542.

28. Hussin H., Aziz A. A., Hussin A. H., Muda S. Effectiveness of cooperative learning: Jigsaw and cross word puzzles for semiconductor devices course. *Proc. 2019 IEEE Int. Conf. on Engineering, Technology and Education (TALE)*. Yogyakarta, Indonesia, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc.; 2019:1–7. DOI: 10.1109/TALE48000.2019.9225983.

29. Simon. The cryptic crossword puzzle as a useful analogue in teaching programming. *Proc. 6th Australasian Conf. on Computing Education (ACE '04)*. Dunedin, New Zealand, Australian Computer Society Inc.; 2004;30:299–303.

30. Toma M., Halpern D. F., Berger D. E. Cognitive abilities of elite nationally ranked SCRABBLE and crossword experts. *Applied Cognitive Psychology*. 2014;28(5):727–737. DOI: 10.1002/ACP.3059.

31. Friedlander K. J., Fine Ph. A. Fluid intelligence is key to successful cryptic crossword solving. *Journal of Expertise*. 2020;3(2):101–132.

32. Friedlander K. J., Fine Ph. A. The grounded expertise components approach in the novel area of cryptic crossword solving. *Frontiers in Psychology*. 2016;7:567. DOI: 10.3389/FPSYG.2016.00567.

33. Khamparia A., Pandey B. Effects of visual map embedded approach on students learning performance using Briggs—Myers learning style in word puzzle gaming course. *Computers & Electrical Engineering*. 2018;66:531–540. DOI: 10.1016/J.COMPELECENG.2017.12.041.

34. Bawazeer G., Sales I., Albogami H., et al. Crossword puzzle as a learning tool to enhance learning about anticoagu-

lant therapeutics. *BMC Medical Education*. 2022;22:267. DOI: 10.1186/S12909-022-03348-0/TABLES/6.

35. Kaynak S., Ergün S., Karadaş A. The effect of crossword puzzle activity used in distance education on nursing students' problem-solving and clinical decision-making skills: A comparative study. *Nurse Education in Practice*. 2023;69:103618. DOI: 10.1016/J.NEPR.2023.103618.

36. Brooker H., Wesnes K. A., Ballard C., et al. 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.

37. 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.

38. Hambrick D. Z., Salthouse T. A., Meinz E. J. Predictors of crossword puzzle proficiency and moderators of age-cognition relations. *Journal of Experimental Psychology: General*. 1999;128(2):131–164. DOI: 10.1037/0096-3445.128.2.131.

39. Juričić V., Radošević M. Puzzle-like programming languages in teaching programming. *Proc. 42nd Int. Convention on Information and Communication Technology (MIPRO2019)*. Rijeka, Croatia, MIPRO, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc.; 2019:542–546. DOI: 10.23919/MIPRO.2019.8757192.

40. Fakhoury S., Ma Y., Arnaoudova V., Adesope O. O. The effect of poor source code lexicon and readability on developers' cognitive load. *Proc. 2018 IEEE/ACM 26th Int. Conf. on Program Comprehension (ICPC)*. Gothenburg, Sweden, ACM, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc.; 2018:1–11. DOI: 10.1145/3196321.3196347.

41. Biehle L., Jeffres M. Play games and score points with students. *Clinical Teacher*. 2018;15(6):445–450. DOI: 10.1111/TCT.12763.

#### 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](mailto: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](mailto:avarnavsky@hse.ru)

*Поступила в редакцию / Received*: 15.12.23.

*Поступила после рецензирования / Revised*: 29.01.24.

*Принята к печати / Accepted*: 30.01.24.