



<http://dx.doi.org/10.35596/1729-7648-2024-30-4-42-49>

Оригинальная статья
Original paper

УДК 004.89

СТРАТЕГИЯ И ТАКТИКА ВНЕДРЕНИЯ ГЕНЕРАТИВНОГО ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ИНСТРУМЕНТАЛЬНУЮ СИСТЕМУ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ DL.GSU.BY

М. С. ДОЛИНСКИЙ

Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины (г. Гомель, Республика Беларусь)

Поступила в редакцию 06.08.2024

© Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, 2024
Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, 2024

Аннотация. В статье рассмотрены стратегия и тактика внедрения генеративного искусственного интеллекта (ГенИИ) в инструментальную систему дистанционного обучения DL.GSU.BY. Стратегия заключается в последовательном выполнении следующих этапов разработки: создание возможностей удобной работы с ГенИИ в системе DL; запуск электронных ГенИИ-учеников для автоматического прохождения учебных курсов в системе DL и сравнительный анализ достижений различных ГенИИ между собой и с реальными студентами; накопление и распространение опыта работы студентов ГенИИ; повышение качества обучения с использованием ГенИИ развитием системы препромптов по задачам и предметам; дальнейшая персонализация обучения за счет реализации продвинутых методик использования ГенИИ (активный ГенИИ, Learning by Teaching). Тактика внедрения ГенИИ последовательно и подробно описывает практические шаги по реализации стратегии.

Ключевые слова: генеративный искусственный интеллект, инструментальная система дистанционного обучения, DL.GSU.BY.

Конфликт интересов. Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования. Долинский, М. С. Стратегия и тактика внедрения генеративного искусственного интеллекта в инструментальную систему дистанционного обучения DL.GSU.BY / М. С. Долинский // Цифровая трансформация. 2024. Т. 30, № 4. С. 42–49. <http://dx.doi.org/10.35596/1729-7648-2024-30-4-42-49>.

STRATEGY AND TACTICS FOR INTRODUCING GENERATIVE ARTIFICIAL INTELLIGENCE INTO THE INSTRUMENTAL DISTANCE LEARNING SYSTEM DL.GSU.BY

MICHAEL S. DOLINSKY

Francisk Skorina Gomel State University (Gomel, Republic of Belarus)

Submitted 06.08.2024

Abstract. This paper provides the strategy and tactics for introducing generative artificial intelligence (GenAI) into the instrumental distance learning system DL.GSU.BY. The strategy consists of sequential implementation of the following stages of development: creating opportunities for convenient work with GenAI in the DL system; launching electronic GenAI students to automatically complete training courses in the DL system and comparative analysis of the achievements of various GenAI among themselves and with real students; accumulation and dissemination of students' experience working with GenAI; improving the quality of training using GenAI by developing a system of preprompts for tasks and subjects; further personalization of training through the implementation

of advanced techniques for using GenAI (active GenAI, Learning by Teaching). GenAI implementation tactics consistently and in details describe practical steps to implement the strategy.

Keywords: generative artificial intelligence, instrumental distance learning system, DL.GSU.BY.

Conflict of interests. The author declares no conflict of interests.

For citation. Dolinsky M. S. (2024) Strategy and Tactics for Introducing Generative Artificial Intelligence into the Instrumental Distance Learning System DL.GSU.BY. *Digital Transformation*. 30 (4), 42–49. <http://dx.doi.org/10.35596/1729-7648-2024-30-4-42-49> (in Russian).

Введение

Цель начального обучения программированию в университете – формирование навыков Computational Thinking [1], включающих следующие компоненты: абстракцию, декомпозицию, распознавание паттернов, алгоритмизацию, отладку. Существенное повышение эффективности обучения приносит использование онлайн-платформ для обучения программированию, таких, например, как EduCoder [2, 3], HTProgramming [4], Code4Brownies [5].

Новый этап повышения эффективности начального обучения программированию связан с внедрением генеративного искусственного интеллекта (ГенИИ). Текстовые генеративные системы имеют чат-бот в качестве фронтенда, чтобы взаимодействовать с пользователем, и основываются на LLM-генеративных моделях (Large Language Model – большая языковая модель), которые могут производить новый контент, базируясь на данных, на которых они натренированы. Наиболее известные LLM – GPT (OpenAI), Gemini (Google), LLaMA (Meta), Claude 3 (Anthropic). Взаимодействие пользователя с чат-ботом реализуется запросами. В [6] сформулированы задачи для таких чат-ботов во время процесса начального обучения программированию: объяснение базовых знаний, конструирование кода, объяснение кода, рефакторинг кода, форматирование кода, проверка стиля кодирования, комментирование кода.

Наиболее эффективным представляется встраивание ГенИИ в онлайн-системы обучения и тестирования программ. Такой подход предлагают следующие системы:

TutorBot+ [7, 8] интегрируется в веб-систему обучения и онлайн-платформу тестирования программ, позволяет брать условия задач, получать решения в диалоге с ГенИИ, проверять решения;

KOGI [9] – система поддержки обучения, которая интегрирует ChatGPT и среду Jupyter. Помогает студенту получить совет от ChatGPT в ответ на ошибки и вопросы;

IPSSC [10] (Intelligent programming scaffolding system using ChatGPT) – вместо того, чтобы студент взаимодействовал непосредственно с ChatGPT, авторы [10] разработали три модуля: Solution Assessment (SA) – оценивание решений, Code Assessment (CA) – оценивание кода, Free Interaction (FI) – свободное взаимодействие;

Coding Step [11] – веб-приложение, предназначенное для обучения основам программирования на Python;

Learning Programming with GPT [12] – среда, которая используется студентами в курсе CS1 при изучении Python. Курс интегрирует ChatGPT как средство поддержки студентов и инструкторов в учебном классе;

CodeHelp [13, 14] обеспечивает студентам помощь по требованию, не предлагая непосредственных решений, являясь примером «сократического» наставника, избегающего раскрытия решений непосредственно пользователю;

CodeAid [15] – избегает прямого ответа с кодом, стараясь направлять студента к решению задачи;

NotebookGPT [16] – его разработчики считают, что прямое использование ChatGPT может помешать обучению студента, поэтому NotebookGPT дает доступ к GPT, но не возвращает полных решений, обеспечивая обратную связь на стиль программирования; пояснения, как работают куски кода; помощь с отладкой кода; возможность увидеть альтернативные решения задач;

AI-TA [17] помогает студентам выполнять декомпозицию, т. е. разбиение задач на подзадачи;

Step Tutor [18] обеспечивает рекомендацию следующего шага решения задачи;

TeachYou+AlgoBo [19, 20] предлагает подход LBT (Learning by Teaching – обучение себя обучением кого-то). Здесь TeachYou – LBT-среда для обучения алгоритмам, а AlgoBo – обучающийся чат-бот решению задач.

Инструментальная система дистанционного обучения DL.GSU.BY

С сентября 1999 г. в Гомельском государственном университете имени Франциска Скорины под руководством автора внедрена и развивается инструментальная систем дистанционного обучения DL.GSU.BY (далее – DL) [21]. Автор все это время использует ее для обучения программированию школьников (начиная с первого класса) [22] и студентов первого курса факультета математики и технологий программирования [23], а также для обучения студентов первого и второго курсов основам цифровой электроники в рамках предметов «Машинно-ориентированное программирование», «Архитектура компьютеров» [24].

DL позволяет брать задачи и отсылать на проверку решения этих задач на различных языках программирования, в том числе таких как Pascal, C++, Python, Java, C#. А при изучении основ цифровой электроники программ отсылаются программы на языках ассемблера и С-микропрограммирования, а также схемы цифровых устройств, разработанные в системе высокоуровневого проектирования HLCCAD.

Для поддержки персонализированного обучения студентов с различным уровнем подготовки внедрена система древовидного обучения, в которой студент, не могущий решить задачу, имеет возможность нажать кнопку «Не знаю» и получить дерево подводящих заданий, помогающих ему, в конце концов, решить исходную задачу. Однако, с одной стороны, это статичная, заранее предопределенная система, а, с другой, имеется множество контрольных заданий, для которых нет такой встроенной системы обучения. Внедрение генеративного искусственного интеллекта поможет в обучении решения и этих задач. Кроме того, для курсов, связанных с обучением основам цифровой электроники, вообще нет такого древовидного обучения. Поэтому дальнейшее развитие системы обучающих возможностей системы DL связывается, прежде всего, с ее интеграцией с ГенИИ.

Стратегия внедрения генеративного искусственного интеллекта в инструментальную систему дистанционного обучения DL.GSU.BY

Создание возможностей удобной работы с ГенИИ в системе DL. Основой внедрения ГенИИ в систему DL является чат-бот (#1), который получает запросы студентов, посредством API, предоставляемым ГенИИ, отправляет их ГенИИ и получает ответы, а затем выводит ответы студентам. Наличие такого чат-бота позволяет использовать специальные дообучающие препромпты по задачам, языкам программирования, темам и предметам, в том числе и учитывающие индивидуальные особенности подготовки конкретного студента. Для исследования возможностей ГенИИ от различных фирм они перманентно добавляются к нашему чат-боту, а студенту предоставляется возможность выбора ГенИИ и последующей оценки удовлетворенности результатом работы с ГенИИ оценкой от 0 до 10. Соответственно, по желанию студента ему предоставляется список доступных ГенИИ в алфавитном порядке или в порядке убывания средней оценки ГенИИ студентами. ГенИИ, работа с которыми осуществляется посредством работы с нашим чат-ботом #1, называются встроенными в систему DL. Альтернативно студентам предоставляется возможность работать с теми же ГенИИ напрямую, без использования нашего чат-бота для возможности развития последнего на основе предложений студентов. Такие ГенИИ называются невстроенными.

Запуск электронных учеников в курсах DL. Разрабатывается специальный бот (#2), параметром которого является название сайта ГенИИ. После ручной регистрации на DL этот бот в перманентном режиме выполняет следующую работу:

- переходит на первую доступную несданную задачу;
- берет условие задачи;
- отправляет его ГенИИ с просьбой вернуть решение задачи;
- получает от ГенИИ решение;
- отправляет его на тестирование;
- если решение прошло, переходит к следующей задаче;
- если решение не прошло, берет с сайта DL тест, на котором решение не прошло;
- отправляет тест ГенИИ с просьбой исправить решение;
- получает в ответ исправленное решение;
- отправляет исправленное решение на сайт.

Этот процесс продолжается, пока решение не пройдет или пока не будет достигнуто установленное ограничение на количество отсылок решения одной и той же задачи. Задачи бывают учебные и контрольные. Учебные задачи открыты все время, кроме тех занятий, когда открыты контрольные задачи.

Результаты всех электронных учеников появляются в ведомостях:

– только электронных учеников – для сравнения сайтов ГенИИ между собой по успешности решения задач;

– вместе со студентами – для сравнения результатов электронных учеников с результатами студентов.

Для каждой задачи сохраняются пометки: не решена, решена с какой попытки, каким(и) ГенИИ.

Накопление опыта работы студентов. Иконки вызова нашего чат-бота, поддерживающего работу с встроенными и невстроенными ГенИИ, встраиваются на DL в меню сайта каждого курса (предмета), каждой задачи. По ходу работы студентов с чат-ботом ГенИИ ведется протокол, фиксирующий дату и время работы студента, задачу, оценку студентом качества полученной помощи. Параллельно для встроенных ГенИИ в файловой системе сохраняется весь диалог. Для невстроенных ГенИИ студенту предлагается сохранить диалог в облаке и ввести в специальном поле ссылку на него. DL автоматически скопирует файл диалога в свою файловую систему. Ссылки на каждый такой диалог предоставляются непосредственно на страничке задачи, по которой велся этот диалог. Кроме того, формируются странички со ссылками на все доступные диалоги как по задачам, так и на общие вопросы. Обеспечивается поиск по ключевым словам. Таким образом, происходит накопление опыта работы студентов с ГенИИ. И студент может получить помощь, не обращаясь непосредственно к ГенИИ, если такая помощь уже предоставлялась ранее другому студенту и оказалась эффективной.

Повышение качества обучения развитием препромптов. Специальное направление развития – перманентная разработка и улучшение системы препромптов по задачам, курсам, языкам программирования. Такие препромпты – это дополнительная информация, которая отправляется перед запросом студента для улучшения качества ответа ему. Такие препромпты развиваются прежде всего силами самих студентов. Кроме того, студентам обеспечивается прямой доступ к информации всех препромптов с тем, чтобы они могли использовать их интерактивно при работе с невстроенными ГенИИ.

Персонализация обучения. На текущий момент есть два направления развития персонализации:

1) режим «активный ГенИИ», когда, получив условие задачи, он не выдает сразу решение, а пытается последовательно подвести к решению студента, задавая уточняющие вопросы, помогающие ГенИИ выяснить, чего именно не знает студент и, соответственно, устранить это незнание. При этом ученик под руководством ГенИИ последовательно выполняет для задачи абстракцию, декомпозицию, распознавание паттернов, разработку алгоритма, кодирование и отладку;

2) режим LBT, когда студенту предлагается научиться специально настроенный ГенИИ решению задач заданного типа. Этот же режим может использоваться для исследования и разработки препромптов по задачам, темам и языкам программирования.

Заход с другого конца. В системе DL с 1999 г. накапливаются задачи, их решения студентами и соответствующие записи в протоколе прошло-не прошло, и если не прошло, то на каком тесте. В этих решениях используются языки программирования высокого уровня, ассемблер Intel 8086, язык микропрограммирования С-МПА, схемы цифровых устройств – представленные проектами – в графическом или текстовом виде. Эти данные могут быть использованы для непосредственного обучения LLM.

Тактика внедрения генеративного искусственного интеллекта в инструментальную систему дистанционного обучения DL.GSU.BY

Накопление опыта работы студентов. Вначале иконки вызова ГенИИ встраиваются в меню сайта DL, курса на DL, задачи в курсе на DL. Студентам обеспечивается возможность:

– выбирать ГенИИ для диалога из предъявленного списка (упорядоченные по алфавиту, текущему рейтингу у студентов, по количеству сданных задач с помощью этого ГенИИ);

- пополнять список ИИ новыми URL со стартовыми комментариями (у администратора системы есть возможность редактировать и удалять введенную студентами информацию);
- задавать вопросы по задачам;
- задавать любые вопросы (для получения разъяснений);
- оставлять свои комментарии/оценки работы;
- искать и просматривать диалоги по задачам и ответы на вопросы.

Система автоматически накапливает ссылки на диалоги по задачам, обеспечивая упорядочивание и поиск по номеру задачи. Также накапливаются ссылки на диалоги по общим вопросам с упорядочиванием по алфавиту и поиском по ключевым словам. Диалоги хранятся в виде doc-файлов в специальной папке Dialogs.

Вызов ГенИИ осуществляется переходом по ссылке <http://dl.gsu.by/ai/chat> с передачей в зависимости от уже имеющейся информации любой комбинации следующих параметров:

AI_ID = идентификатор ГенИИ

Course_ID = идентификатор курса (предмета)

Task_ID = идентификатор задачи

Language_ID = идентификатор языка программирования (умолчание берется со странички задачи, также студенту предоставляется возможность выбора другого языка программирования из предлагаемого списка).

Для поддержки работы чат-бота из базы данных (БД) системы DL копируется информация о курсах, языках программирования и пользователях:

Courses <Номер> <Название>

Languages <Номер> <Название>

Users <Номер> – <(Персональная информация, как в DL)>.

Кроме того, создаются специальные таблицы БД:

AI_ID <Номер> <URL> <(Признак встроенный/невстроенный)> <Название>

Themes <Номер> <Тема запроса к ID> (для последующего поиска и/или выдаче в списке тем по алфавиту/востребованности)

References <Номер> <Имя файла в папке Dialogues>

AI_LOG <Дата> <Время> <AI_ID> <Refs_ID (ссылка на диалог)> <(0–5) (оценка пользователя)> [User_ID] [Course_ID] [Task_ID] [Theme_ID].

В процессе работы в БД ведется протокол работы с сайтами в формате

<Дата> <Время> <AI_ID> <Refs_ID (ссылка на диалог)> <(0–5) (оценка пользователя)> [User_ID] [Course_ID] [Task_ID] [Theme_ID].

[] означают, что этой информации может и не быть.

Все диалоги сохраняются в файловой системе в папке Dialogues, в подпапках <Task_ID> <Language_ID>. Имена файлов диалогов имеют следующий вид:

<UserID> <AI_ID> <Дата> <Время> <Оценка пользователя>.doc

При работе со встроенными ГенИИ эти файлы создаются системой автоматически. При работе с невстроенными ГенИИ студенту предлагается вручную создать в облаке doc-файл диалога, а затем ввести ссылку на этот файл, выбрать метаданные диалога (Task_ID, Language_ID) или ввести тему диалога. В случае, если идет запрос от студента по задаче с ранее сохраненными диалогами, ему вначале выдается их список для просмотра (вместе с оценкой пользователя в порядке убывания оценок) в качестве альтернативы собственному диалогу. Кроме того, поддерживается выдача списка сохраненных диалогов по задаче / теме / языку и поиск по этому списку.

Повышение качества обучения развитием препромптов. В файловой системе создается папка Preprompts с файлами Course_ID.txt, Task_ID.txt, Language_ID.txt. При работе со встроенным ГенИИ подходящие препромпты автоматически посылаются ГенИИ, предваряя запросы студентов. При работе с невстроенными ГенИИ студенты имеют доступ ко всем препромптам для ручной отсылки препромптов.

Имеются средства редактирования файлов препромптов, развития и накопления файлов препромптов по задачам, языкам, курсам силами студентов. Для того чтобы обеспечить доступ чат-боту к условиям задач, с DL чат-боту копируются папки, их содержащие:

Tasks – html – условия задач

Images\original – pdf и doc – условия задач.

Сделать и пополнять папку

Tasks-ext – txt – условия задач
пополнять txt – условия задач, извлекая из pdf и doc, если не нашли в Tasks
и tasks-ext.

Автоматически включать условие задачи в запрос студента по задаче. Также автоматически вставляются препромпты в зависимости от типа задач (язык, курс).

Запуск электронных учеников в курсах DL. Цель – поддержка непрерывной работы ГенИИ на DL: решение задач обучения, контрольных работ, контрольных срезов, командных олимпиад, возможно, с ограничением на количество попыток, с последующим сравнением результатов ГенИИ между собой и с результатами студентов. Для обеспечения принципа «не навреди» работе системы DL чат-боту копируются тесты к задачам (папка Archives) и база данных DL. Вначале будет регламентное копирование информации (например, раз в сутки ночью), а в перспективе – инкрементальное (т. е. по мере изменения информации).

Далее необходимо разработать DL API:

- войти под аккаунтом;
- перейти в курс;
- получить список задач к решению (при обучении, контроле, по вариантам);
- получить условие задачи;
- отослать решение на задачу;
- узнать вердикт по отосланному решению;
- взять первый непройденный тест к решению;
- пропустить задачу.

Электронные ученики запускаются универсальным ботом #2, получающим в качестве параметра AI_ID.

Ручная работа. Эта работа выполняется, пока она не автоматизирована, с целью накопления соответствующего опыта:

- создать-пополнять список сайтов ИИ, на которых можно спрашивать решения задач;
- зарегистрировать ИИ-сайты на DL (типа AI URL вместо фамилии и имени);
- сравнение эффективности разных ГенИИ (ручной отсылкой решений на одни и те же задачи);
- накопление диалогов и ссылок на них – по решению задач;
- накопление препромптов по задачам, языкам, курсам;
- накопление задач и ГенИИ, наиболее подходящих для LBT;
- решение с помощью этих сайтов (каждую задачу на каждом сайте);
- отписываться на форуме о своих впечатлениях;
- выкладывать ссылку на задачу на DL, URL ИИ-сайта, ссылку на весь диалог с ИИ-сайтом;
- накапливать файл-помощник для препромптов перед отсылкой условия задачи;
- систематически работать над препромптами для наиболее проблемных задач у студентов/электронных студентов;
- обучать ИИ-сайты «последовательному обучению студентов решению задач» – по отдельным типам.

Заключение

Приведены стратегия и тактика внедрения генеративного искусственного интеллекта (ГенИИ) в инструментальную систему дистанционного обучения DL.GSU.BY. В результате предполагаются: создание возможностей удобной работы с ГенИИ в системе DL; запуск электронных ГенИИ-учеников для автоматического прохождения учебных курсов в системе DL и сравнительный анализ достижений различных ГенИИ между собой и с реальными студентами; накопление и распространение опыта работы студентов с ГенИИ; повышение качества обучения с использованием ГенИИ развитием системы препромптов по задачам и предметам; дальнейшая персонализация обучения за счет реализации продвинутых методик использования ГенИИ (активный ГенИИ, Learning by Teaching).

Список литературы / References

1. Kaleem M., Hassan M. A., Khurshid S. K. (2024) A Machine Learning-Based Adaptive Feedback System to Enhance Programming Skill Using Computational Thinking. *IEEE Access*. 12. <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=10506466>.
2. Sun Zhang, Jianhao Yang, Xiaoshuang Sang (2023) Exploring the Applications of EduCoder Platform in Blended Teaching for Computer Major. *Journal of Education and Educational Research*. 4 (2). <https://drpress.org/ojs/index.php/jeer/article/view/10819/10528>.
3. Zihao Li, Sun Zhang, Xiaoshuang Sang (2023) Exploration of Machine Learning Teaching Based on the EduCoder Platform. *Journal of Education and Educational Research*. 4 (3). <https://drpress.org/ojs/index.php/jeer/article/download/11387/11088>.
4. Figueiredo J., García-Peñalvo F. J. (2021) Teaching and Learning Tools for Introductory Programming in University Courses. *Proceedings of the 2021 International Symposium on Computers in Education (SIIE), 23–24 Sept. 2021, Málaga, Spain*. <https://doi.org/10.1109/SIIE53363.2021.9583623>.
5. Phan V., Hicks E. (2018) Code4Brownies: An Active Learning Solution for Teaching Programming and Problem Solving in the Classroom. *Proceedings of the 23rd Annual ACM Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education*. 153–158. <https://dl.acm.org/doi/10.1145/3197091.3197128>.
6. Herden O. (2024) Integration of Chatbots for Generating Code into Introductory Programming Courses. *International Conference “Future of Education”*. <https://conference.pixel-online.net/files/foe/ed0014/FP/9091-ICT6673-FP-FOE14.pdf>.
7. Martínez-Araneda C., Gutiérrez M., Maldonado D., Gómez P., Segura A., Vidal-Castro C. (2024) Designing a Chabot to Support Problem-Solving in a Programming Course. *INTED2024 Proceedings*. 966–975. <https://library.iated.org/view/MARTINEZARANEDA2024DES>.
8. Martínez-Araneda C., Gutiérrez Valenzuela M., Gómez Meneses P., Maldonado Montiel D., Segura Navarrete A., Vidal-Castro C. (2023) How Useful TutorBot+ is for Teaching and Learning in Programming Courses: A Preliminary Study. *42nd IEEE International Conference of the Chilean Computer Science Society (SCCC), Concepcion, Chile*. 1–7. <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/10315697>.
9. Kimio Kuramitsu, Yui Obara, Miyu Sato, Momoka Obara (2023) KOGI: A Seamless Integration of ChatGPT into Jupyter Environments for Programming Education. *In Proceedings of the 2023 ACM SIGPLAN International Symposium on SPLASH-E (SPLASH-E 2023)*. 50–59. <https://doi.org/10.1145/3622780.3623648>.
10. Jian Liao, Linrong Zhong, Longting Zhe, Handan Xu, Ming Liu, Tao Xie (2024) Scaffolding Computational Thinking With ChatGPT. *IEEE Transactions on Learning Technologies*. 17. <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=10508087>.
11. Sarshartehrani F., Mohammadrezaei E., Behravan M., Gracanin D. (2024) Enhancing E-Learning Experience Through Embodied AI Tutors in Immersive Virtual Environments: A Multifaceted Approach for Personalized Educational Adaptation. *Adaptive Instructional Systems. HCII 2024. Lecture Notes in Computer Science*. 14727. https://doi.org/10.1007/978-3-031-60609-0_20.
12. Mohammad Abolnejadian, Sharareh Alipour, Kamyar Taeb (2024) Leveraging ChatGPT for Adaptive Learning Through Personalized Prompt-Based Instruction: A CS1 Education Case Study. *Extended Abstracts of the 2024 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI EA '24)*. 521, 1–8. <https://doi.org/10.1145/3613905.3637148>.
13. Mark Liffiton, Brad Sheese, Jaromir Savelka, Paul Denny (2023) *CodeHelp: Using Large Language Models with Guardrails for Scalable Support in Programming Classes*. <https://arxiv.org/pdf/2308.06921>.
14. Paul Denny, Stephen MacNeil, Jaromir Savelka, Leo Porter, Andrew Luxton-Reilly (2024). Desirable Characteristics for AI Teaching Assistants in Programming Education. *arXiv*. <https://arxiv.org/pdf/2405.14178v1>.
15. Majeed Kazemitabaar, Runlong Ye, Xiaoning Wang, Austin Z. Henley, Paul Denny, Michelle Craig, et al. (2024) CodeAid: Evaluating a Classroom Deployment of an LLM-based Programming Assistant that Balances Student and Educator Needs. *arXiv*. <https://arxiv.org/pdf/2401.11314>.
16. Samuel D. George, Prasun Dewan (2024) NotebookGPT – Facilitating and Monitoring Explicit Lightweight Student GPT Help Requests During Programming Exercises. *Companion Proceedings of the 29th International Conference on Intelligent User Interfaces*. 62–65. <https://doi.org/10.1145/3640544.3645234>.
17. Changyoon Lee, Junho Myung, Jieun Han, Jiho Jin, Alice Oh (2023) Learning from Teaching Assistants to Program with Subgoals: Exploring the Potential for AI Teaching Assistants. *arXiv*. <https://arxiv.org/pdf/2309.10419>.
18. Lianne Roest, Hieke Keuning, Johan Jeuring (2024) Next-Step Hint Generation for Introductory Programming Using Large Language Models. *Proceedings of the 26th Australasian Computing Education Conference*. <https://doi.org/10.1145/3636243.3636259>.

19. Hyoungwook Jin, Seonghee Lee, Hyungyu Shin, Juho Kim (2023) Teach AI How to Code: Using Large Language Models as Teachable Agents for Programming Education. *arXiv*. <https://arxiv.org/pdf/2309.14534>.
20. Hyoungwook Jin, Seonghee Lee, Hyungyu Shin, Juho Kim (2023) Teach AI How to Code: Using Large Language Models as Teachable Agents for Programming Education. *arXiv*. <https://arxiv.org/pdf/2309.14534v2>.
21. Dolinsky M. S. (2022a) Instrumental System of Distance Learning DL.GSU.BY and Examples of Its Application. *Global Journal of Computer Science and Technology: G Interdisciplinary*. 22 (1), 44–53 <http://elib.gsu.by/jspui/handle/123456789/54044>.
22. Dolinsky (2016) Gomel Training School for Olympiads in Informatics. *Olympiads in Informatics*. 10, 237–247. DOI: 10.15388/ioi.2016.16.
23. Dolinsky M. S. (2022b) Teaching Algorithms and Programming First Year University Students on Base of Distance Learning System DL.GSU.BY. *WSEAS Transactions on Advances in Engineering Education*. 19, 52–57. <https://wseas.com/journals/articles.php?id=5611>.
24. Dolinsky M. S. (2022c) Experience of Blended Learning the Fundamentals of Digital Electronics for First/Second Year University Students On Base of Distance Learning System DL.GSU.BY. *International Journal of Education and Learning Systems*. 7, 59–64. <https://www.iaras.org/iaras/home/caijels/experience-of-blended-learning-the-fundamentals-of-digital-electronics-for-first-second-year-university-students-on-base-of-distance-learning-system-dl-gsu-by>.

Сведения об авторе

Долинский М. С., канд. техн. наук, доц. кафедры математических проблем управления и информатики, Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины

Адрес для корреспонденции

246023, Республика Беларусь,
г. Гомель, ул. Советская, 104
Гомельский государственный университет
имени Франциска Скорины
Тел.: +375 44 733-21-84
E-mail: dolinsky@gsu.by
Долинский Михаил Семенович

Information about the author

Dolinsky M. S., Cand. of Sci., Associate Professor at the Department of Mathematical Problems of Control and Informatics, Francisk Skorina Gomel State University

Address for correspondence

246023, Republic of Belarus,
Gomel, Sovetskaya St., 104
Francisk Skorina
Gomel State University
Tel.: +375 44 733-21-84
E-mail: dolinsky@gsu.by
Dolinsky Michael Semyonovich