

УДК 378.147:004.8

ББК 16.6р30-26

DOI 10.69571/SSPU.2025.97.4.015

Н.Ю. ДОБРОВОЛЬСКАЯ

**ПРИМЕНЕНИЕ ГЕНЕРАТИВНЫХ
НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ
ДЛЯ ПЕРСОНАЛИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ
ПРОГРАММИРОВАНИЮ
В ВЫСШЕЙ ШКОЛЕ**

N.U. DOBROVOLSKAYA

**THE USE OF GENERATIVE NEURAL
NETWORKS TO PERSONALIZE
PROGRAMMING EDUCATION
IN HIGHER EDUCATION**

Технологии искусственного интеллекта, в частности, генеративные нейронные сети, предлагают широкий спектр возможностей, автоматизирующие некоторые функции педагога и способствующие решению задач персонализации обучения.

Цель исследования: выявить возможности генеративных нейронных сетей для повышения эффективности персонализированного обучения программированию в вузе.

Материалы и методы: анализ и обобщение педагогической и методической литературы по проблеме исследования, эксперимент, анкетирование, статистические методы.

В исследовании уточняются компоненты профессиональной компетенции бакалавра IT-направлений подготовки, приводятся этапы применения генеративных нейронных сетей для обучения студентов созданию чистого кода и проведению рефакторинга, выделяются направления применения искусственного интеллекта для обучения программированию в вузе. Эффективность использования генеративных нейросетей для персонализации обучения программированию подтверждается проведенным экспериментом. Авторы приходят к выводу о необходимости трансформации традиционных подходов к обучению программированию через привлечение возможностей искусственного интеллекта.

Artificial intelligence technologies, in particular generative neural networks, offer a wide range of capabilities that automate some of the teacher's functions and help solve the tasks of personalizing learning. The purpose of the study is to identify the possibilities of generative neural networks to increase the effectiveness of personalized programming education in higher education institutions. Materials and methods: analysis and generalization of pedagogical and methodological literature on the problem of research, experiment, questionnaire, statistical methods. The study clarifies the components of the bachelor's professional competence in IT fields of study, provides the stages of using generative neural networks to teach students how to create clean code and refactor, highlights the areas of application of artificial intelligence for teaching programming at a university. The effectiveness of using generative neural networks to personalize programming training is confirmed by the experiment. The authors conclude that it is necessary to transform traditional approaches to learning programming through the use of artificial intelligence capabilities.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: технологии искусственного интеллекта, генеративные нейронные сети, цифровая трансформация образования, профессиональная компетенция бакалавра, обучение программированию.

KEY WORDS: artificial intelligence technologies, generative neural networks, digital transformation of education, bachelor's professional competence, programming training.

ВВЕДЕНИЕ. Цифровая трансформация образования предполагает использование в учебном процессе передовых IT-технологий, в частности, генеративного искусственного интеллекта [3; 4; 11]. Его возможности и круг решаемых задач расширяется с каждым днем, однако необходим некий управляющий процесс со стороны человека для того, чтобы искусственный интеллект решал поставленные задачи качественно. Безусловно генеративные нейронные сети (ГНС) обладают огромным потенциалом и в области образования, могут выступать интеллектуальным помощником преподавателя при обучении, в том числе программированию, в высшей школе. Функции педагога, реализующие индивидуализированный подход к обучению, формирование разноуровневых наборов учебных задач, разработка адаптивных конспектов и методических рекомендаций, поиск и цифровая интеграция учебных материалов, организация самостоятельной работы студента, весь этот функционал может быть автоматизирован средствами генеративных нейронных сетей [1; 2]. Для решения проблемы увеличивающейся нагрузки на преподавателя по конструированию учебных задач, их проверке и анализу решений, можно использовать искусственный интеллект. Обучение программированию на младших курсах вузов обладает определенной спецификой: существует ряд типовых ошибок начинающих программистов, однако для качественного обучения проверку и разбор решений следует выполнять персонализировано, что не всегда возможно в связи с большим числом решаемых учебных задач. Студент в кратчайший срок должен освоить базовую технику программирования, приобрести навык разработки чистого кода. Для решения поставленной задачи будем привлекать технологии искусственного интеллекта.

ЦЕЛЬ исследования — выявить возможности генеративных нейронных сетей для повышения эффективности персонализированного обучения программированию в вузе.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ. Методами исследования выбраны анализ и обобщение педагогической и методической литературы по проблеме исследования. Применению генеративных нейронных сетей посвящено достаточно большое число исследований. М.С. Долинский выделяет направления использования ГНС для студентов: помощь в выполнении заданий, различные решения одной и той же задачи, получение объяснения ошибок; для педагога: генерация новых заданий и упражнение, помощь в оценивании решений обучаемых [6]. Автор проводит обзор существующих на текущий момент платформ искусственного интеллекта, указывает их особенности.

А.Х. Мариносян рассматривает языковую модель ChatGPT-4 в применении к обучению физике и математике, указывает критериальные оценки работы ГНС по объему предоставляемых знаний, построению вычислений и логики, ясности и грамотности изложения учебного материала [10]. Отмечается высокая персонализация обучения с помощью моделей генеративных нейронных сетей. И.О. Малышев и А.А. Смирнов выявляют, систематизируют и анализируют функционал различных языковых моделей нейронных сетей как отечественных, так и зарубежных [9]. Коллектив авторов Л.В. Константинова, В.В. Ворожихин, А.М. Петров, Е.С. Титова, Д.А. Штыхно сопоставляют различные подходы к использованию искусственного интеллекта в образовании [8]. Авторы приходят к выводу, что ИИ является высоко перспективным направлением, но в тоже время и проблематичным — необходима смена парадигмы образования в сторону творчества, формирование новых этических норм и изменение роли преподавателя.

В.В. Кабанова, О.С. Логунова в своем исследовании предлагают использовать искусственный интеллект при генерации изображений, выделяют задачи нейронных сетей по обработке мультимедиа [7]. Эти же направления могут быть использованы в образовании для визуальных учебных материалов. Кроме того, авторы выявляют основные аспекты генеративного моделирования, подчеркивают преимущества использования нейросетей при работе с мультимедиа.

В своей статье Е.Н. Ивахненко, В.С. Никольский поднимают вопросы этики использования ИИ, изучается реакция научного сообщества на использование генеративных нейрон-

ных сетей при написании научных и выпускных квалификационных работ [5]. Рассматриваются проблемы совмещения и разумной интеграции искусственного интеллекта и науки. Затронута этическая проблема, возникающая при использовании ГНС. Прежде всего это академическая честность. Искусственный интеллект не только способен предлагать направления исследований, но и полностью генерировать научные объекты: статьи, диссертации, проекты. В этом случае необходимо использовать различные системы определения плагиата, которые в том числе распознают сгенерированный или перефразированный текст. С другой стороны, в разрезе обучения программированию, необходимо обращать внимание на качество генерируемого кода. Студент должен учиться писать грамотный код, а не заимствовать готовые, не всегда технически верные программные решения.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ. Определим основные направления применения ГНС при обучении программированию в вузе в рамках лабораторных работ и при самостоятельной работе (рис. 1). Генеративные сети должны способствовать реализации индивидуализированного и дифференцированного обучения.

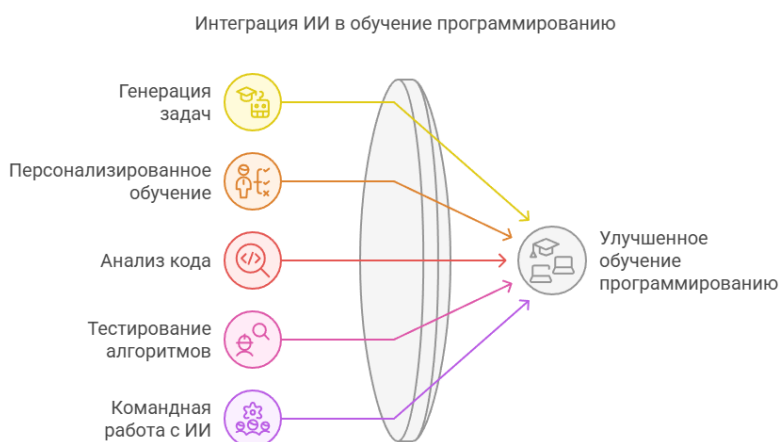


Рис. 1. Основные направления применения ГНС при обучении программированию

Первым направлением является автоматизация одной из основных функций педагога — генерация разноуровневых учебных задач. ГНС способны конструировать наборы однотипных задач, с варьируемыми условиями. Дополнительно нейронная сеть может генерировать примеры решений с ошибками, указывая на них обучаемым и демонстрируя соответствующие исправления.

ГНС способны организовать помощь педагогу в обеспечении персонализации обучения: на основе текущей успеваемости, имеющихся навыков программирования генерировать задания соответствующего уровня. Кроме того, формировать методические указания и пояснения в зависимости от индивидуальных особенностей студента. Интеллектуальные чат-боты позволяют в режиме обсуждения анализировать код решения студента, объяснять сложные конструкции, предлагать подсказки, исправления и направления оптимизации. Для проверки решений студентов как со стороны обучаемого, так и со стороны преподавателя необходимы тестовые наборы входных данных. При этом эти наборы должны учитывать особые случаи и выявлять уязвимости в алгоритме. Эту функцию эффективно выполняют ГНС. Искусственный интеллект может выступать членом команды в больших проектах, имитировать деятельность коллег в командной разработке.

На основе базовых компетенций рабочих программ дисциплин «Основы программирования» и «Методы программирования» для направления подготовки 02.03.02 «Фундаментальная информатика» определим частные компоненты профессиональной компетенции

первокурсника (рис. 2): знание основных конструкций языка программирования C++, структуры программы и назначение ее компонент; создание и интеграция программных модулей и компонент программного продукта с использованием языка программирования C++; знание типовых алгоритмических и программных решений, библиотек программных модулей, шаблонов, классов объектов, используемых при разработке программного обеспечения на языке C++; умение составлять и программно реализовывать алгоритм учебной задачи, используя различные парадигмы программирования; умение разрабатывать, использовать и обосновывать выбор основных структур данных для решения учебных задач; умение применять принципы разработки чистого кода на языке программирования C++; владение навыком тестирования собственного кода и подбором тестовых наборов; владение навыком рефакторинга собственного кода.



Рис. 2. Частные компоненты профессиональной компетенции первокурсника

Будем акцентировать наше исследование на формирование навыка у студентов создания чистого кода. Такой навык позволяет конструировать исходный код с mnemonic переменными, грамотно расставленными отступами, обладающий приемлемым временем работы. Чистый код легче читать, анализировать и исправлять. Подобный код необходим при работе в команде. Приобретение такого навыка уже на первом курсе один из ключевых факторов успешного старта IT-карьеры.

Для того, чтобы получить навык разработки чистого кода студент должен попрактиковаться в рефакторинге — преобразовании исходного кода программы в чистый код. Навык рефакторинга с одной стороны позволяет улучшить собственный код, с другой стороны дает системное понимание об основных концепциях разработки чистого кода. Генеративные нейронные сети могут реализовывать функцию обучения рефакторингу и конструирования чистого кода.

При работе с искусственным интеллектом часто используют так называемые промпты (prompt) — текстовые команды, описывающие контекст запроса. Для рефакторинга кода на C++ необходимо сформировать набор шаблонов промптов.

Выделим основные промпты, которые следует предложить генеративной нейронной сети совместно с кодом обучаемого. ГНС, проанализировав исходный код в соответствии с шаблоном, выдает рекомендации по рефакторингу кода. Типовые ошибки в коде студента первого курса это избыточность (лишние переменные, повторяющиеся фрагменты кода), стилевые ошибки (несоответствие отступов, имена переменных, не отражающие их смысл), неоптимальные решения (избыточные выводы данных, игнорирование использования оператора выбора вместо набора условий), уязвимости (неверное использование памяти, заикливание).

Приведем примеры шаблонов промптов для рефакторинга кода.

Общий промпт позволяет выявить в коде основные проблемы чистоты кода (рис. 3).

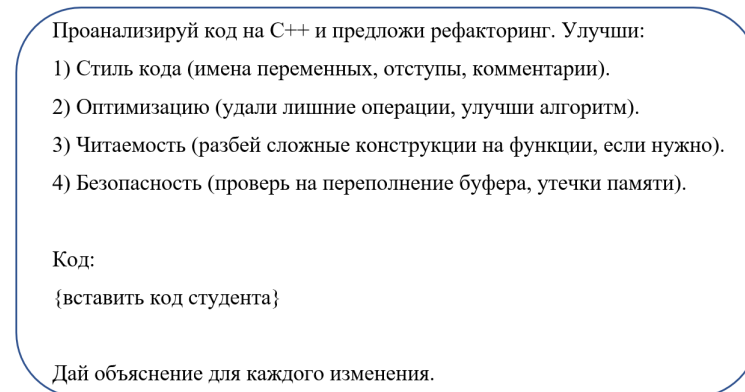


Рис. 3. **Общий промпт**

Следующий шаблон позволяет откорректировать стиль программирования (рис. 4).

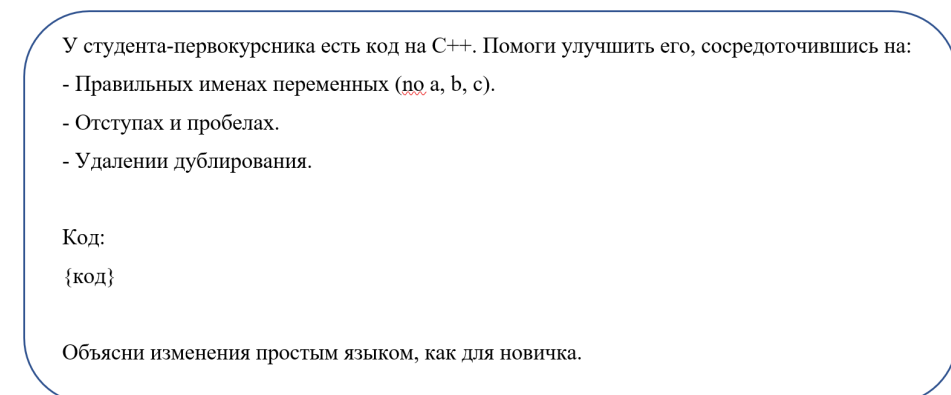


Рис. 4. **Промпт анализа стиля**

Укажем последовательность действий как применять выделенные шаблоны промптов на лабораторных занятиях и в самостоятельной работе.

На первом шаге студент отправляет исходный код решения учебной задачи генеративной нейронной сети (DeepSeek, GigaChat, YandexGPT и др.). Нейронная сеть анализирует код студента, генерирует направления рефакторинга и комментирует их. На завершающем этапе студент должен либо принять исправления, либо аргументировано не согласиться с замечаниями.

Предложенные промпты позволяют решить несколько педагогических задач. Во-первых, анализ кода искусственным интеллектом поможет студенту научиться писать чистый код,

повысит эффективность алгоритмов начинающего программиста. Далее, ГНС позволяет организовать персонализированное обучение, анализ каждого решения преподавателем в условиях ограниченного времени учебного занятия практически невозможен, педагог может лишь указать на типовые ошибки, привести общие рекомендации. Использование искусственного интеллекта в процессе изучения программирования создает соревновательные моменты, повышает мотивацию к обучению. Дополнительно студенты учатся отстаивать свою позицию, приводить аргументы, анализировать и систематизировать ошибки.

На факультете компьютерных технологий и прикладной математики Кубанского государственного университета со студентами первого курса направления подготовки «Фундаментальная информатика» в рамках изучения программирования в курсе «Методы программирования» проведен эксперимент. Целью эксперимента является определение необходимости подключения возможностей генеративных нейронных сетей к обучению программированию, выявление насколько студенты доверяют ИИ, помогают ли ГНС понимать код, а не просто исправлять ошибки.

В эксперименте приняли участие 46 студентов. Им было предложено самостоятельно решить на языке программирования C++ три задачи по темам: «Линейные списки», «Деревья двоичного поиска», «Файлы». Далее студентам предложили шаблоны промптов, позволяющие ГНС определить чистоту кода и предложить направления рефакторинга. Использовалась свободно распространяемая ГНС DeepSeek. Контрольная группа выполняла задания по программированию без использования ИИ. По окончании экспериментальной работы студентам была предложена анкета, вопросы которой позволили выявить отношение обучаемых к использованию ГНС.

Выделим критерии сравнения результатов в экспериментальной и контрольной группах: количество стилевых ошибок на группу; эффективность алгоритмов; наличие уязвимостей; среднее время выполнения учебного задания на группу; глубина понимания собственного кода.

Основные количественные результаты приведены в таблице 1. Для определения статистической значимости использовался t-тест Стьюдента.

Таблица 1. Результаты экспериментальной работы

Метрика	Экспериментальная группа с ИИ (n=23)	Контрольная группа (n=23)	p-value (t-тест)
Средний балл за задание	4.5 ± 0.3	4.1 ± 0.4	0.02
Время выполнения (мин)	25 ± 7	40 ± 10	0.001
Количество стилевых ошибок	2 ± 1	5 ± 2	0.005
Количество уязвимостей	2 ± 1	3 ± 2	0.015

Экспериментальная группа показала статистически значимое улучшение по всем количественным метрикам ($p < 0.05$). Другая часть метрик определяла качество усвоения и их результаты оценивались в процессе беседы с преподавателем.

Анкетирование студентов экспериментальной группы позволило выявить отношение студентов к использованию ГНС при решении учебных задач по программированию. Результаты ответов на основные вопросы анкеты приведены на рис. 5.

Вопрос 1. Как часто вы используете генеративные ИИ-инструменты для работы с кодом?

Вопрос 2. Насколько вам помогали ИИ-подсказки при рефакторинге кода?

Вопрос 3. Как вы предпочитаете получать обратную связь по коду?

Вопрос 4. Хотели бы вы продолжать использовать ИИ в обучении?

Вопрос 5. После работы с ИИ-рефакторингом ваши навыки улучшились?

Вопрос 6. Считаете ли вы, что ИИ снижает мотивацию разбираться в коде самостоятельно?

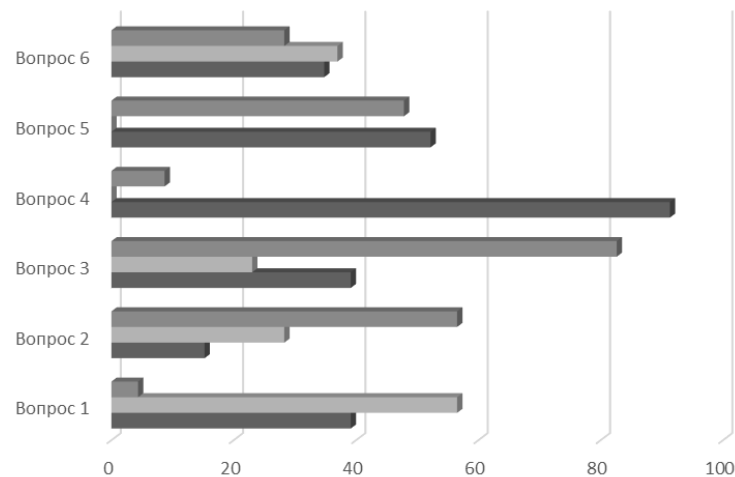


Рис. 5. Результаты анкетирования студентов (в %)

56% опрошенных указали, что обращаются к помощи ГНС для работы с кодом один-два раза в неделю, а 39% обращаются почти каждый день. Студенты в основном применяют технологии искусственного интеллекта для генерации кода, поиска ошибок в собственном коде и разъяснения ошибок, реже для улучшения стиля и оптимизации кода. 57% студентов отметили, что предложенные промпты по рефакторингу кода существенно помогли и были полезны, ГНС улучшила читаемость кода, убрала неиспользуемые переменные, оптимизировала отдельные фрагменты кода. Обучаемые выразили свое отношение к качеству работы нейронной сети: иногда ГНС создавала некорректные предложения по рефакторингу. Большинство студентов (52%) отметили, что после эксперимента лучше поняли, как писать чистый код, так как предлагался рефакторинг именно их алгоритмических решений, а не демонстрировались типичные ошибки. Несмотря на то, что большинство студентов с интересом отнеслось к использованию ГНС для рефакторинга кода, обучаемые отметили, что это лишь вспомогательное средство и консультации с преподавателем им необходимы. Применение генеративных сетей при обучении программированию только повышает мотивацию, добавляет соревновательную составляющую по отношению к искусственному интеллекту.

ВЫВОДЫ. Исследование применения возможностей генеративных нейронных сетей при обучении студентов первого курса выявило следующее. ГНС представляют собой инструмент обеспечения персонализации обучения программирования. Сконструированные промпты позволяют не только выполнить рефакторинг исходного кода решений студентов, но и на конкретных примерах продемонстрировать обучаемым как выполнять принципы создания чистого кода. ГНС способны автоматизировать часть функций преподавателя: сконструировать учебные задания по разделам программирования, сгенерировать адаптивные учебные материалы по темам с пояснениями к примерам, сформировать тестовые наборы для учебных задач.

Проведенный эксперимент показал, что ГНС не только выступают цифровым помощником преподавателя, но и повышают мотивацию студентов разрабатывать качественное программное обеспечение, с первого курса формировать востребованные профессиональные навыки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агальцова Д.В. Технологии искусственного интеллекта для преподавателя вуза // МНКО. 2023. № 2 (99). С. 5-7.

2. Барщевский Е.Г. Использование искусственного интеллекта // Восточно-Европейский научный журнал. 2023. № 3–2 (88). С. 56–58.
3. Босова Л.Л. О профессиональной деятельности учителя информатики в условиях цифровой трансформации образования // Информатика в школе. 2021. № 7. С. 10–14.
4. Вовк Е.В. Методы искусственного интеллекта в учебном процессе высшей школы // Проблемы современного педагогического образования. 2022. № 77–1. С. 109–112.
5. Ивахненко Е.Н. ChatGPT в высшем образовании и науке: угроза или ценный ресурс? // Высшее образование в России. 2023. № 4. С. 9–22.
6. Долинский М.С. Направления использования генеративного искусственного интеллекта при начальном обучении программированию в университетах / М.С. Долинский // КИО. 2024. № 2. С. 85–96.
7. Кабанова В.В. Применение искусственного интеллекта при работе с мультимедийной информацией // Вестник Череповецкого государственного университета. 2022. № 6 (111). С. 23–41.
8. Константинова Л.В. Генеративный искусственный интеллект в образовании: дискуссии и прогнозы // Открытое образование. 2023. № 2. С. 36–48.
9. Малышев И.О. Обзор современных генеративных нейросетей: отечественная и зарубежная практика // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2024. № 1–2 (88). С. 168–171.
10. Мариносян А.Х. ChatGPT-4 в обучении физике и математике: возможности, ограничения и перспективы совершенствования // Вестник МГПУ. Серия: Информатика и информатизация образования. 2024. № 4 (70). С. 95–115.
11. Роберт И.В. Цифровая трансформация // Информатизация образования и науки. 2020. № 3(47). С. 3–16.

REFERENCES

1. Agal'cova D.V. *Tekhnologii iskusstvennogo intellekta dlya prepodavatelya vuza* [Artificial intelligence technologies for university teachers] // MNKO. 2023. № 2 (99). S. 5–7. (In Russian).
2. Barshhevskij E.G. *Ispol'zovanie iskusstvennogo intellekta* [Using artificial intelligence] // Vostochno-Evropejskij nauchnyj zhurnal. 2023. № 3–2 (88). S. 56–58. (In Russian).
3. Bosova L.L. *O professional'noj dejatel'nosti uchitelja informatiki v uslovijah cifrovoj transformacii obrazovanija* [About the professional activity of a computer science teacher in the context of digital transformation of education] // Informatika v shkole. 2021. № 7. S. 10–14. (In Russian).
4. Vovk E.V. *Metody iskusstvennogo intellekta v uchebnom processe vysshej shkoly* [Methods of artificial intelligence in the educational process of higher education] // Problemy sovremennogo pedagogicheskogo obrazovanija. 2022. № 77. S. 109–112. (In Russian).
5. Ivahnenko E.N. *ChatGPT v vysshem obrazovanii i nauke: ugroza ili cennyj resurs?* [ChatGPT in Higher education and science: a threat or a valuable resource?] // Vysshee obrazovanie v Rossii. 2023. № 4. S. 9–22. (In Russian).
6. Dolinskij M.S. *Napravleniya ispol'zovaniya generativnogo iskusstvennogo intellekta pri nachal'nom obuchenii programmirovaniyu v universitetakh* [Directions of using generative artificial intelligence in the initial training of programming at universities] // KIO. 2024. № 2. S. 85–96. (In Russian).
7. Kabanova V.V. *Primenenie iskusstvennogo intellekta pri rabote s mul'timedijnoj informaciej* [The use of artificial intelligence when working with multimedia information] // Vestnik Cherepoveckogo gosudarstvennogo universiteta. 2022. № 6 (111). S. 23–41. (In Russian).
8. Konstantinova L.V. *Generativnyj iskusstvennyj intellekt v obrazovanii: diskussii i prognozy* [Generative artificial intelligence in education: discussions and forecasts] // Otkrytoe obrazovanie. 2023. № 2. S. 36–48. (In Russian).
9. Malyshev I.O. *Obzor sovremennykh generativnykh nejrosetej: otechestvennaya i zarubezhnaya praktika* [Overview of modern generative neural networks: domestic and foreign practice] // Mezhdunarodnyj zhurnal gumanitarnykh i estestvennykh nauk. 2024. № 1–2 (88). S. 168–171. (In Russian).

10. Marinosyan A.KH. *ChatGPT-4 v obuchenii fizike i matematike: vozmozhnosti, ogranicheniya i perspektivy sovershenstvovaniya* [ChatGPT-4 in Teaching Physics and Mathematics: opportunities, limitations and prospects for improvement] // Vestnik MGPU. Seriya: Informatika i informatizaciya obrazovaniya. 2024. № 4 (70). S.95–115. (In Russian).
11. Robert I.V. *Cifrovaja transformacija obrazovaniya: vyzovy i vozmozhnosti sovershenstvovaniya* [Digital transformation of education: challenges and opportunities for improvement] // Informatizacija obrazovaniya i nauki. 2020. № .3(47). S. 3–16. (In Russian).