

УДК 376.1

## ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ АДАПТИВНОЙ КОРРЕКЦИОННО-РАЗВИВАЮЩЕЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ ДЛЯ ЛИЦ С АУТИЗМОМ

<sup>1</sup>А.Г. ДАВЫДОВСКИЙ, <sup>2</sup>Д.В. ЛИХАЧЕВСКИЙ

<sup>1</sup>Государственное учреждение образования «Минский городской институт развития образования»,  
(Минск, Беларусь)

<sup>2</sup>Учреждение образования «Белорусский государственный университет  
информатики и радиоэлектроники» (Минск, Беларусь)

**Аннотация.** Разработаны концептуальные основы проектирования адаптивной коррекционно-развивающей образовательной среды для поддержки и сопровождения социализации, обучения, воспитания и развития, а также профессиональной ориентации лиц с расстройствами аутистического спектра. Предложенная адаптивная коррекционно-развивающая образовательная среда обеспечивает учет особых образовательных потребностей лиц с аутизмом и конкретных условий образовательной среды учреждения образования. Разработан минимальный вариант алгоритма проектирования адаптивной коррекционно-развивающей образовательной среды, минимальный алгоритм формирования и реализации индивидуальной образовательной программы для лица с аутизмом, а также представлен базовый вариант программной реализации адаптивной коррекционно-развивающей образовательной среды для лиц с расстройствами аутистического спектра.

**Ключевые слова:** адаптивная коррекционно-развивающая образовательная среда, алгоритмы, индивидуально-ориентированная образовательная программа, программная реализация, проектирование, расстройства аутистического спектра

**Благодарность.** Авторы выражают искреннюю благодарность академику Белорусской инженерной академии, кандидату физико-математических наук, доценту Сергею Константиновичу Дику за поддержку и критический анализ идей, высказанных в статье.

## THE FUNDAMENTALS OF DESIGNING AN ADAPTIVE CORRECTIONAL AND DEVELOPMENTAL EDUCATIONAL ENVIRONMENT FOR PEOPLE WITH AUTISM

<sup>1</sup>ANATOLY G. DAVIDOVSKY, <sup>2</sup>DMITRY V. LIKHACHEVSKY

<sup>1</sup>State Educational Institution "Minsk City Institute of Education Development", (Minsk, Belarus)

<sup>2</sup>Educational Institution «Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics» (Minsk, Belarus)

**Abstract.** The conceptual foundations for designing an adaptive correctional and developmental educational environment to support and accompany socialization, education, upbringing and development, as well as professional orientation of persons with autism spectrum disorders have been developed. The proposed adaptive correctional and developmental educational environment ensures that the special educational needs of people with autism and the specific conditions of the educational environment of the educational institution are taken into account. A minimum version of the algorithm for designing an adaptive correctional and developmental educational environment has been developed, a minimum algorithm for the formation and implementation of an individual educational program for a person with autism, and a basic version of the software implementation of an adaptive correctional and developmental educational environment for people with autism spectrum disorders is presented.

**Keywords:** adaptive correctional and developmental educational environment, algorithms, individually oriented educational program, software implementation, design, autism spectrum disorders.

**Gratitude.** The authors express their sincere gratitude to Academician of the Belarusian Engineering Academy, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor Sergey K. Dzik for the support and critical analysis of the ideas expressed in the article.

## Введение

Количество детей с особенностями психофизического развития (ОПФР) имеет тенденцию ежегодного увеличения. В 2022 году количество детей с ОПФР составляло 179,4 тыс. человек. В 2023 г. детей с ОПФР увеличилось на 4 тыс. человек по сравнению с 2022 г. и составило 183,2 тыс. детей. Из общего количества более 16 тыс. детей с ОПФР имеют инвалидность [1]. В Республике Беларусь активно развивается практика инклюзивного образования для детей с ОПФР. Согласно Концепции инклюзивного образования лиц с ОПФР в Республике Беларусь, инклюзивное образование – это обучение и воспитание, при котором обеспечивается наиболее полное включение в совместный образовательный процесс обучающихся с особыми образовательными потребностями (ООП), в том числе лиц с особенностями психофизического развития посредством создания условий с учётом индивидуальных потребностей [2]. Инклюзивное образование предполагает обучение детей с ОПФР не в специализированном, а в обычном учебном заведении [3]. В этой связи актуальны проблемы проектирования, разработки и внедрения в практику инклюзивного образования технологии формирования адаптивной коррекционно-развивающей образовательной среды (АКРОС), которая могла бы способствовать социальной компенсации дефекта, преодолению отклонений в поведении, повышению уровня обученности и социализированности [4, 5].

Целью работы является анализ проблем проектирования адаптивной коррекционно-развивающей образовательной среды (АКРОС) для обучения, воспитания, развития и профессиональной ориентации лиц с расстройствами аутистического спектра (РАС).

### Проблемы проектирования адаптивной коррекционно-развивающей образовательной среды

Проектирование АКРОС для обучения, воспитания, развития и профессиональной ориентации лиц с РАС требует решения ряда следующих проблем [6].

1) Обучающиеся с РАС лучше усваивают информацию, представленную в невербальной форме, поэтому целесообразно использовать поддерживающие коммуникации на основе коммуникационной системы обмена изображениями Pictures Exchange Communication System (PECS).

2) Учет индивидуальных образовательных потребностей детей и подростков всех четырех групп РАС на основе создания индивидуальных образовательных программ.

3) Создание физических, информационных, технических, социальных, организационных и управленческих условий, использование образовательных технологий при моделировании, проектировании и управлении АКРОС.

4) Ресурсная недостаточность, включая недостаток подготовленных педагогов, отсутствие информационно-аналитического и организационно-технического обеспечения их деятельности по созданию и поддержанию адаптивных образовательных сред.

5) Разработка индивидуальных планов обучения, учитывающих особенности и образовательные потребности ребенка с РАС во взаимодействии с его родителями (законными представителями несовершеннолетнего), членами семьи и т.д.

6) Структурирование (зонирование) образовательного пространства с четкими правилами и предсказуемым расписанием занятий и отдыха детей с РАС [5]. Структурирование образовательного пространства может включать классы с меньшим количеством обучающихся, специальные сенсорные комнаты для отдыха, рабочие станции с четко определенными задачами, использование визуальных расписаний и таймеров для управления временем обучающихся. Целесообразно, чтобы образовательное пространство включало такие зоны, как учебная, общения («круг»), игровая, индивидуальной работы, рекреационная, мытья рук, стенда дежурств и расписаний.

В этой связи предложена концептуальная модель АКРОС для детей и подростков с РАС, обеспечивающая процессы обучения, воспитания, развития, стимуляции, внешней и внутренней мотивации на основе средств поддерживающей коммуникации включающей как невербальные коммуникативные средства (предметы, фотографии, пиктограммы, записи, жесты), так и тактильно воспринимаемые символы, коммуникативные карточки, вспомогательные коммуникативные устройства.

К базовым компонентам АКРОС относятся:

- 1) обучающийся (student – S) с индивидуальными особенностями, ООП, уровнем социализированности и обученности;
- 2) преподаватель (teacher – T), адаптирующий подходы и методы обучения с учетом ООП;
- 3) содержание образования (content of education – CE), включая учебные материалы и ресурсы, доступные для обучающихся с ООП;
- 4) методы обучения (teaching methods – TM), позволяющие учитывать ООП, различия в способностях и стилях обучения;
- 5) средства коммуникаций и обратной связи (means of communication and feedback – MCF);
- 6) технологические ресурсы (technological resources – TR) – технологические инструменты и платформы, поддерживающие процесс инклюзивного образования;
- 7) искусственный интеллект (artificial intelligence – AI) – технологические инструменты для распознавания речи, поддержки принятия педагогических решений, понимания естественного языка, распознавания графических и видеоизображений.
8. Контрольно-оценочные средства (control and evaluation tools – CET) для мониторинга и оценки результативности процесса инклюзивного образования.
9. Социальная среда (social environment – SE), обеспечивающая взаимодействие между обучающимися, их сотрудничество и поддержка со стороны сообществ, как в учебных учреждениях, так и вне их.

В целом, кортежная модель АКРОС (adaptive corrective-developmental education environmental – ACDEE) включает все ее базовые компоненты:

$$ACDEE = \langle S, T, CE, TM, MCF, TR, AI, CET, SE \rangle. \quad (1)$$

Решение задач цифровой трансформации инклюзивного образования требует использования технологий AI на основе рекуррентных нейронных сетей (recurrent neural networks – RNN), позволяющих обрабатывать последовательности больших данных о состоянии субъектов процесса инклюзивного образования и компонентов АКРОС. RNN обладают памятью и способны учитывать контекст и предшествующие состояния процессов обработки больших данных. В АКРОС могут быть использованы RNN с долгосрочной памятью, двунаправленные RNN и многослойные RNN, в которых последовательно организованные слои используются для улучшения представления данных о процессе инклюзивного образования, а также для анализа и прогнозирования временных рядов данных об академической успеваемости обучающихся и состоянии компонентов АКРОС, генерация музыкальных композиций, распознавание выражения лиц обучающихся с помощью компьютерного зрения в сочетании с нейронными сетями других архитектур для анализа последовательностей изображений и видео [8]. Для диагностики РАС могут быть использованы предварительно обученные модели свёрточных нейронных сетей (convolutional neural networks) – MobileNet, Xception, EfficientNetB0, EfficientNetB1 и EfficientNetB2 в качестве экстракторов признаков аутизма [9].

#### **Базовый алгоритм проектирования адаптивной коррекционно-развивающей образовательной среды для лиц с аутизмом**

Комплекс мероприятий по проектированию и реализации АКРОС включает следующие этапы:

- диагностика и анализ личности ребенка (комплексная диагностическая оценка ребенка с РАС; SWOT-анализ личности ребенка для выяснения и детализации, сильных и слабых сторон, возможностей и угроз развития личности ребенка; анализ ООП ребенка совместно с родителями и специалистами – педагогами, психологами, логопедами, дефектологами);
- формирование индивидуально-ориентированной программы обучения, воспитания и развития, адаптированной под способности, интересы и потребности ребенка);
- формирование группы специалистов (педагогов, психологов, логопедов, дефектологов и др.) для сопровождения индивидуально-ориентированной образовательной программы;
- формирование и зонирование образовательного пространства (создание комфортной, безопасной и сенсорной среды с учетом ООП; сенсорных потребностей с использованием мягких цветов, минимизация шумов);

- зонирование образовательного пространства для различных видов деятельности (для учебы, тихих занятий, активной игры, отдыха и индивидуальной работы);
- интеграция технологий в образовательное пространство (визуальные расписания, приложения для развития речи, тактильные и визуальные адаптивные средства для поддержки процесса образовательного образования);
- выбор методов и стратегий обучения (использование визуальных подсказок; PECS; методов поведенческой терапии Applied Behavior Analysis для стимуляции позитивного поведения; игротехники);
- включение родителей (законных представителей) обучающихся в процесс инклюзивного образования (встречи, консультации, обмен опытом, развитие компетенций и навыков);
- мониторинг и коррекция индивидуально-ориентированных образовательных программ;
- социальная интеграция лиц с РАС (повышение уровня социализированности);
- рефлексивный SWOT-анализ результатов реализации образовательной программы и образовательного пространства.

На рис. 1 представлен минимальный (упрощенный) вариант алгоритма проектирования АКРОС для лиц с аутизмом, требующий дополнительной глубокой проработки и адаптации применительно к конкретным условиям реализации процесса инклюзивного образования.

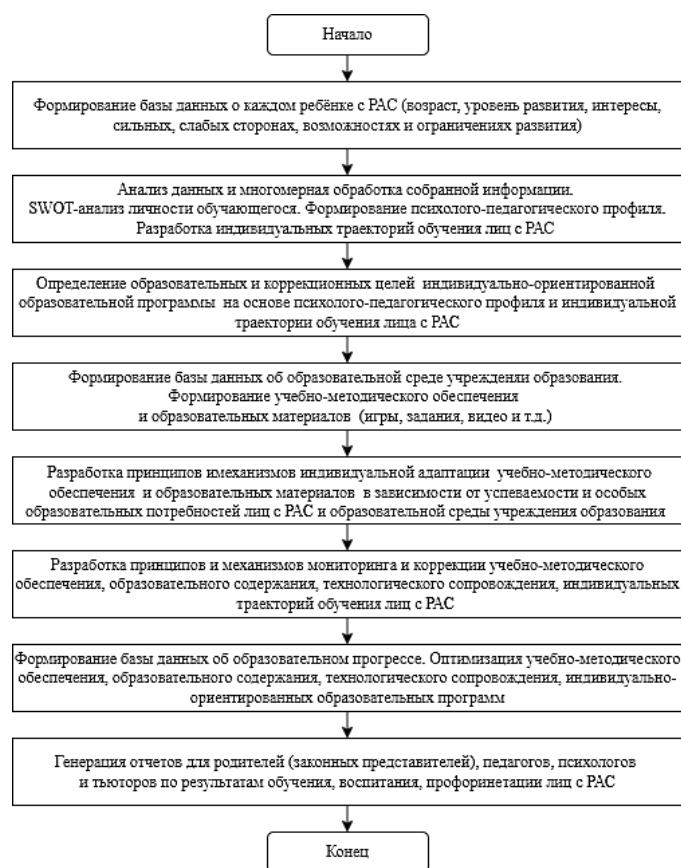


Рис. 1. Минимальный вариант алгоритма проектирования адаптивной коррекционно-развивающей образовательной среды для лиц с аутизмом

На рис. 2 представлен минимальный алгоритм формирования и реализации индивидуальной образовательной программы для лица с аутизмом в условиях АКРОС. Он направлен на диагностику, оценку и развитие обученности и социализированности лица с РАС, предложенный в рамках минимального алгоритма АКРОС.

Алгоритм предполагает комплексную оценку социализированности и обученности лиц с РАС, интеграцию технологий, включая AI, селекцию средств и методов обучения, воспитания и развития лица с РАС, мониторинг результатов социальной интеграции, рефлексивный анализ реализации индивидуальной образовательной программы для лиц с РАС.

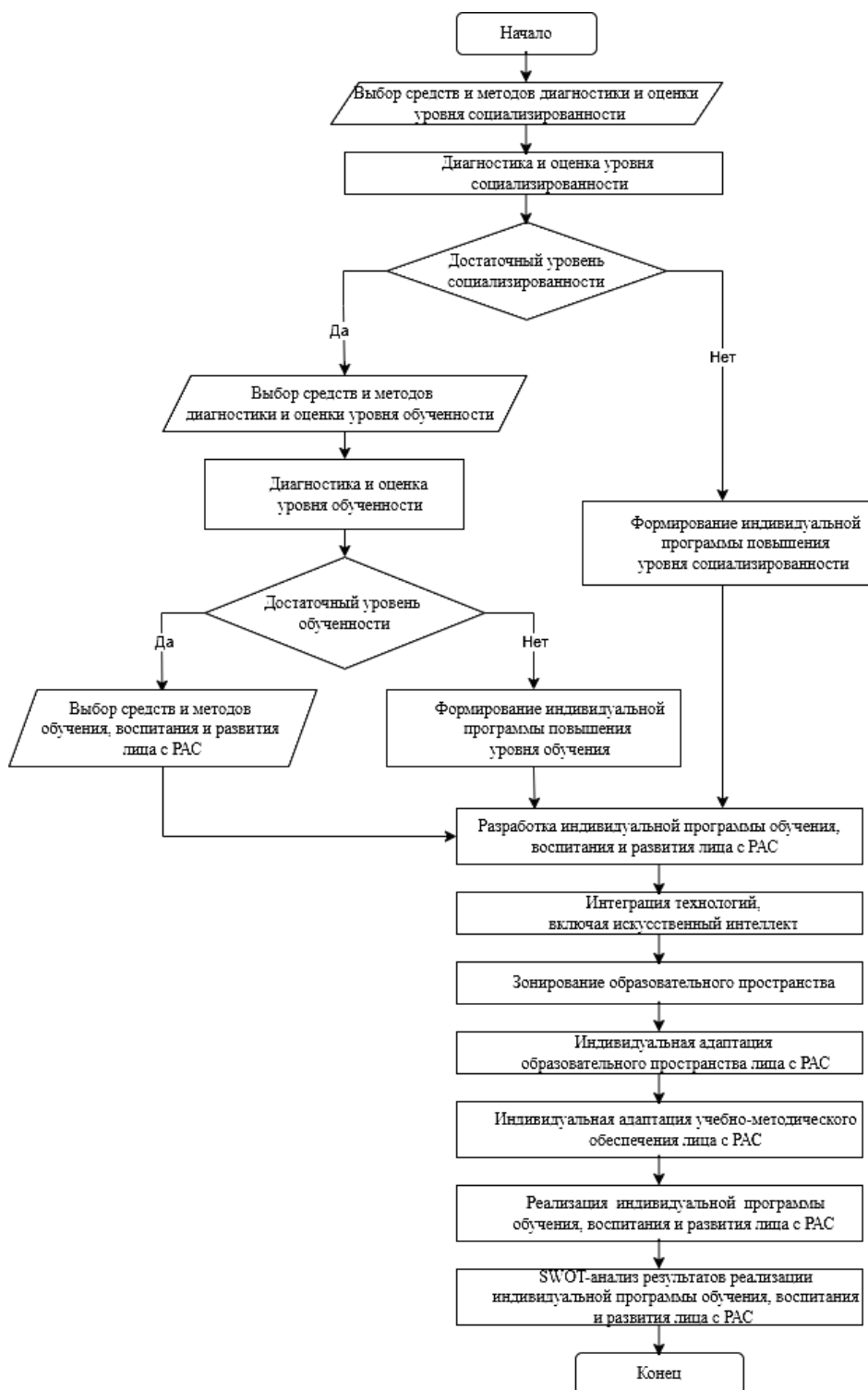


Рис. 2. Минимальный алгоритм формирования и реализации индивидуальной образовательной программы для лица с аутизмом в адаптивной коррекционно-развивающей образовательной среде

### Основы программной реализации адаптивной коррекционно-развивающей образовательной среды для лиц с аутизмом

Создание АКРОС требует интеграции различных компонентов, таких как пользовательский интерфейс, база данных, алгоритмы адаптации и анализ данных. Ниже приведен упрощенный пример кода на Python, который демонстрирует основные идеи

программной реализации АКРОС, включая создание простого интерфейса с использованием библиотеки tkinter, а также базовые функции для адаптации образовательного контента в зависимости от уровня знаний пользователя. Ниже представлен фрагмент кода, реализованного на Python, демонстрирующий основные шаги программной реализации АКРОС:

```
#!/usr/bin/env python
import tkinter as tk
from tkinter import messagebox
class EducationalEnvironment:
    def __init__(self, master):
        self.master = master
        self.master.title("Адаптивная образовательная среда")
        self.level = 0 # Уровень знаний пользователя
        self.questions = {
            0: "Какой цвет получается при смешивании красного и синего?",
            1: "Что такое фотосинтез?",
            2: "Объясните закон всемирного тяготения."
        }
        self.answers = {
            0: "Фиолетовый",
            1: "Процесс, с помощью которого растения производят пищу.",
            2: "Все тела притягиваются друг к другу."
        }
        self.label = tk.Label(master, text="Добро пожаловать в образовательную среду!")
        self.label.pack()
        self.question_label = tk.Label(master, text="")
        self.question_label.pack()
        self.answer_entry = tk.Entry(master)
        self.answer_entry.pack()
        self.submit_button = tk.Button(master, text="Отправить", command=self.check_answer)
        self.submit_button.pack()
        self.next_button = tk.Button(master, text="Следующий вопрос",
command=self.next_question)
        self.next_button.pack()
        self.next_question()
    def next_question(self):
        if self.level < len(self.questions):
            self.question_label.config(text=self.questions[self.level])
            self.answer_entry.delete(0, tk.END)
        else:
            messagebox.showinfo("Поздравляем!", "Вы завершили все вопросы!")
            self.master.quit()
    def check_answer(self):
        user_answer = self.answer_entry.get()
        if user_answer.lower() == self.answers[self.level].lower():
            messagebox.showinfo("Правильно!", "Ответ верный!")
            self.level += 1
            self.next_question()
        else:
            messagebox.showerror("Неправильно", "Попробуйте снова!")
if __name__ == "__main__":
    root = tk.Tk()
    app = EducationalEnvironment(root)
    root.mainloop()
```

При создании кода необходим импорт библиотеки tkinter для создания графического интерфейса и модуль random для случайного выбора вопросов. При этом класс EducationalEnvironment – основной класс для управления образовательной средой;

– init: инициализация интерфейса и переменных, создание вопросов и ответов в зависимости от уровня знаний;

- next\_question: загружает случайный вопрос в зависимости от уровня знаний пользователя;
- check\_answer: проверяет ответ пользователя и обновляет уровень знаний.

### Заключение

Таким образом, разработаны концептуальные основы проектирования АКРОС для поддержки и сопровождения социализации, обучения, воспитания и развития, а также профессиональной ориентации лиц с РАС. Предложенная АКРОС обеспечивает учет особых образовательных потребностей лиц с аутизмом и конкретных условий образовательной среды учреждения образования. В рамках концепции АКРОС разработан минимальный вариант алгоритма формирования и реализации индивидуальной образовательной программы для лица с аутизмом. Кроме того, разработан базовый вариант программной реализации базового варианта предложенной АКРОС для лиц с РАС. Возможности расширения алгоритма включают использование баз данных на основе SQLite для хранения диагностических психолого-педагогических тестов и заданий, вопросов и ответов диалоговых кейсов для коррекционных мероприятий с детьми с РАС разного возраста, а также наиболее типичные кейсы для совместной работы с родителями (законными представителями) несовершеннолетних с РАС, использование адаптивных алгоритмов для коррекции учебно-методического обеспечения, применение мультимедийных элементов и интерактивных вариантов PECS.

### Список литературы

1. Минобразования: в Беларуси ежегодно увеличивается количество детей с особенностями психофизического развития. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.belta.by/society/view/minobrazovaniya-v-belarusi-ezhegodno-uvelichivaetsja-kolichestvo-detej-s-osobennostjami-592621-2023/> – Дата доступа: 15.09.2024.
2. Концепция развития инклюзивного образования лиц с особенностями психофизического развития в Республике Беларусь (приказ Министра образования Республики Беларусь от 22 июля 2015 № 608). – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://do.academy.edu.by/npa/Docum/07/608-inkluziv\\_obrazov.pdf](https://do.academy.edu.by/npa/Docum/07/608-inkluziv_obrazov.pdf) – Дата доступа: 15.09.2024.
3. Хруль, О.С. Социально-образовательная интеграция учащихся с особенностями психофизического развития: теория и практика : монография / О.С. Хруль. – Минск : Национальный институт образования, 2020. – 272 с.
4. Жихарева, И.А. Организация образовательной среды для детей с расстройствами аутистического спектра. Средства поддерживающей коммуникации / И.А. Жихарева. – [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://ckroirgome1.schools.by/pages/organizatsija-obrazovatelnoj-sredy-dlja-detej-s-rasstrojstvami-austicheskogo-spektra-sredstva-podderzhivajuschej-kommunikatsii> – Дата доступа: 21.09.2024.
5. Организация среды при обучении детей с РАС. / О.В. Загуменная, А.В. Васильева, В.В. Кистень, О.М. Петрова // Аутизм и нарушения развития – 2018. – Т. 16, № 1. – С. 13–17. –DOI: 10.17759/autdd.2018160102
6. Давыдовский, А.Г. Проблемы моделирования и проектирования адаптивных коррекционно-развивающих образовательных сред для лиц с расстройствами аутистического спектра / А.Г. Давыдовский // Актуальные направления и перспективы педагогического образования : тезисы докладов IV науч.-практ. конф. с международным участием (10 октября 2024 г., Минск, Беларусь). Под общ. ред. Т. И. Мороз. Минск : МГИРО, 2024. – С. 22-23. Режим доступа: <http://http://mgiro.minsk.edu.by/main.aspx?guid=189423> – Дата доступа: 15.10.2024.
7. Хаустов, А.В. Особые образовательные потребности обучающихся с расстройствами аутистического спектра / А.В. Хаустов // Аутизм и нарушения развития. – 2016. – Т.14, №2. – С. 3–12. DOI:10.17759/autdd.2016140201
8. Аггарвал, Ч. Нейронные сети и глубокое обучение : учебный курс (пер. с англ.) / Ч. Аггарвал. – СПб., 2020. – 720 с.
9. Rahman, K.K.M. Identification of Autism in Children Using Static Facial Features and Deep Neural Networks / K.K.M. Rahman, M.M. Subashini // Brain Sci. – 2022. – Vol.12, №1. – DOI: 10.3390/brainsci12010094.