

Научная статья

УДК 004.032.26:378.146:159.9

DOI 10.25205/1818-7900-2024-22-4-33-48

Поддержка принятия решений в учебном процессе вуза на основе когнитивной модели обучения с использованием нейронной сети

**Андрей Петрович Клишин¹, Екатерина Сергеевна Шталиная²
Фаррух Джамshedович Пираков³, Людмила Владимировна Ахметова⁴
Наталья Леонидовна Ерёмкина⁵**

^{1,2,4}Томский государственный педагогический университет
Томск, Россия

³Томский государственный университет систем и радиотехники
Томск, Россия

⁵Томский государственный университет
Томск, Россия

¹klishin@tspu.edu.ru

²shtalina@tspu.edu.ru

³farrukh.9559@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-4105-3179>

⁴axme-lv@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2079-7710>

⁵26051971@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9508-3256>

Аннотация

В работе рассматривается применение технологии нейронных сетей для поддержки принятия решений в учебном процессе вуза с использованием когнитивной модели обучения. Разработано программное решение, цифровой профиль обучающегося на базе электронного портфолио студентов с привлечением алгоритмов искусственного интеллекта, современных веб-технологий, а также когнитивных моделей обучения. Обучение нейронной сети проводилось на подготовленных данных студентов, которые были получены с использованием специально разработанного психодиагностического комплекса. Использование цифрового профиля позволяет студентам отслеживать свой процесс обучения на основе рекомендаций, предлагаемых нейронной сетью, принимать оптимальные решения, строить персонализированные образовательные траектории, а также корректировать образовательные траектории обучения.

Ключевые слова

цифровой профиль, нейронная сеть, когнитивный подход, электронное портфолио, поддержка принятия решений, Keras

Для цитирования

Клишин А. П., Шталиная Е. С., Пираков Ф. Дж., Ахметова Л. В., Ерёмкина Н. Л. Поддержка принятия решений в учебном процессе вуза на основе когнитивной модели обучения с использованием нейронной сети // Вестник НГУ. Серия: Информационные технологии. 2024. Т. 22, № 4. С. 33–48. DOI 10.25205/1818-7900-2024-22-4-33-48

© Клишин А. П., Шталиная Е. С., Пираков Ф. Дж., Ахметова Л. В., Ерёмкина Н. Л., 2024

Decision Support in the Educational Process of the University based on a Cognitive Learning Model using a Neural Network

Andrey P. Klishin¹, Ekaterina S. Shtalina², Farrukh D. Pirakov³,
Lyudmila V. Akhmetova⁴, Natalia L. Eryomina⁵

^{1,2,4}Tomsk State Pedagogical University,
Tomsk, Russian Federation

³Tomsk State University of Systems and Radioelectronics,
Tomsk, Russian Federation

⁵Tomsk State University,
Tomsk, Russian Federation

¹klishin@tspu.edu.ru

²shtalina@tspu.edu.ru

³farrukh.9559@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-4105-3179>

⁴axme-lv@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2079-7710>

⁵26051971@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9508-3256>

Annotation

The paper discusses the use of neural network technology to support decision-making in the educational process of a university using a cognitive learning model. A software solution has been developed for a digital profile of a student based on an electronic portfolio of students, using artificial intelligence algorithms, modern web technologies, as well as cognitive learning models. The neural network was trained on prepared student data, which was obtained using a specially developed psychodiagnostic complex. Using a digital profile allows students to track their learning process based on recommendations offered by a neural network, make optimal decisions, build personalized educational trajectories, and also adjust educational learning trajectories.

Keywords

digital profile, neural network, cognitive approach, electronic portfolio, decision support, Keras

For citation

Klishin A. P., Shtalina E. S., Pirakov F. Dzh., Akhmetova L. V., Eryomina N. L. Decision support in the educational process of the University based on a cognitive learning model using a neural network. *Vestnik NSU. Series: Information Technologies*, 2024, vol. 22, no. 4, pp. 33–48 (in Russ.) DOI 10.25205/1818-7900-2024-22-4-33-48

Введение

В настоящее время в сфере высшего образования важную роль играют методы поддержки принятия управленческих решений, которые на различных уровнях управления эффективно используют интегрированные инструменты автоматизации и управления. Цифровая среда становится все более сложной и динамичной, в связи с чем возникает потребность в быстрой ориентации и реагировании на различные ситуации, требующие разработки инновационных решений в сфере управления [1]. Разработка и внедрение новых методов поддержки принятия управленческих решений позволяет адаптивно управлять обучением за счет использования различных комплексных программных систем. В связи с этим одним из способов организации эффективной подсистемы управления образовательным процессом в вузе является когнитивный подход. Для таких случаев в процессах управления возникает необходимость принятия решений в слабоструктурированных динамических ситуациях, в случае если закономерности развития ситуации частично описываются качественными значениями [2].

В быстро меняющейся цифровой среде представляется целесообразным использовать адаптивное управление образовательным процессом с применением когнитивного подхода, что ведет к разработке новых интеллектуальных систем для поддержки управленческих решений и адаптации их к самому широкому спектру возможных условий. Наиболее перспективным направлением здесь является использование искусственных нейронных сетей [3];

4]. В Российской Федерации уделяется большое внимание развитию систем искусственного интеллекта, так, в 2019 г. утверждена Национальная стратегия развития искусственного интеллекта на период до 2030 г., в рамках которой начал реализовываться федеральный проект «Искусственный интеллект», где предусмотрено в 2021–2024 гг. бюджетное финансирование в размере 27,4 млрд руб., а также дополнительное привлечение ресурсов из внебюджетных источников – 4,1 млрд руб. [5].

Применение технологии нейронных сетей позволит значительно оптимизировать образовательный процесс, а также процесс принятия управленческих решений, благодаря тому, что такая технология способна анализировать большие объемы данных, распознавать сложные информационные структуры, скрытые закономерности, образы и обрабатывать информацию быстрее, чем традиционные методы. Использование учебной аналитики (Learning Analytics, LA) одновременно с интеллектуальным анализом и обработкой образовательных данных (Educational Data Mining, EDM) открывает перспективы разработки новых системных моделей, характеризующих свойства, поведение обучающихся, а также их динамические параметры [6–9]. В образовательных системах нейронные сети можно использовать для задач прогнозирования, классификаций, а также для построения рекомендательных систем [10, 11]. Для задач классификации (в данном случае формирования рекомендаций) было решено использовать алгоритмы глубокого обучения, которые основаны на применении нейронных сетей.

В связи с этим цель данной статьи заключается в разработке элементов поддержки принятия решений в учебном процессе вуза на основе когнитивной модели обучения с использованием нейронной сети и соответствующего программного обеспечения.

1. Система электронного портфолио и цифровой профиль обучающегося

В настоящее время в Томском государственном педагогическом университете (ТГПУ) разработана и активно используется система электронного портфолио (е-портфолио) обучающегося, выполняющая функцию хранения достижений студентов, академических результатов, а также являющаяся одним из элементов единой электронной образовательной среды вуза [12]. Студенты университета (в количестве $n = 6530$) ежедневно взаимодействуют с электронным портфолио непосредственно либо посредством использования единой электронной образовательной среды, а также благодаря использованию системы электронного онлайн-обучения.

Дальнейшее совершенствование системы е-портфолио проводится в направлении персонализации электронного обучения и создания условий для максимально полного удовлетворения информационных потребностей пользователей на основе анализа загруженных материалов (достижений студентов) LA/EDM, создания и использования открытых моделей обучающихся (OLM) [11; 12]. Для решения этих задач было разработано веб-приложение «Цифровой профиль обучающегося» (ЦПО), набор образовательных веб-сервисов, а также подсистема проведения электронных конкурсов для получения стипендий различных уровней на основе загруженных материалов.

Цифровой профиль обучающегося – программная система для визуализации набора параметров обучающегося/выпускника (когнитивные параметры, учебные и общественные достижения, успеваемость и др., LA), а также веб-отображение образовательной траектории (OLM), сформированной в процессе обучения в вузе [12; 13]. ЦПО разрабатывался с учетом образовательной модели обучающегося и представляет собой составной программный компонент, составленный из различных подсистем управления учебным процессом (рис. 1).

Образовательная модель обучающегося/выпускника вуза рассматривается как совокупность усвоенных знаний и приобретенных общих и профессиональных компетенций и относится к классу OLM. Параметрами модели являются: требования, предъявляемые к выпускнику в соответствии с необходимыми стандартами; требования работодателей, формируемые исхо-

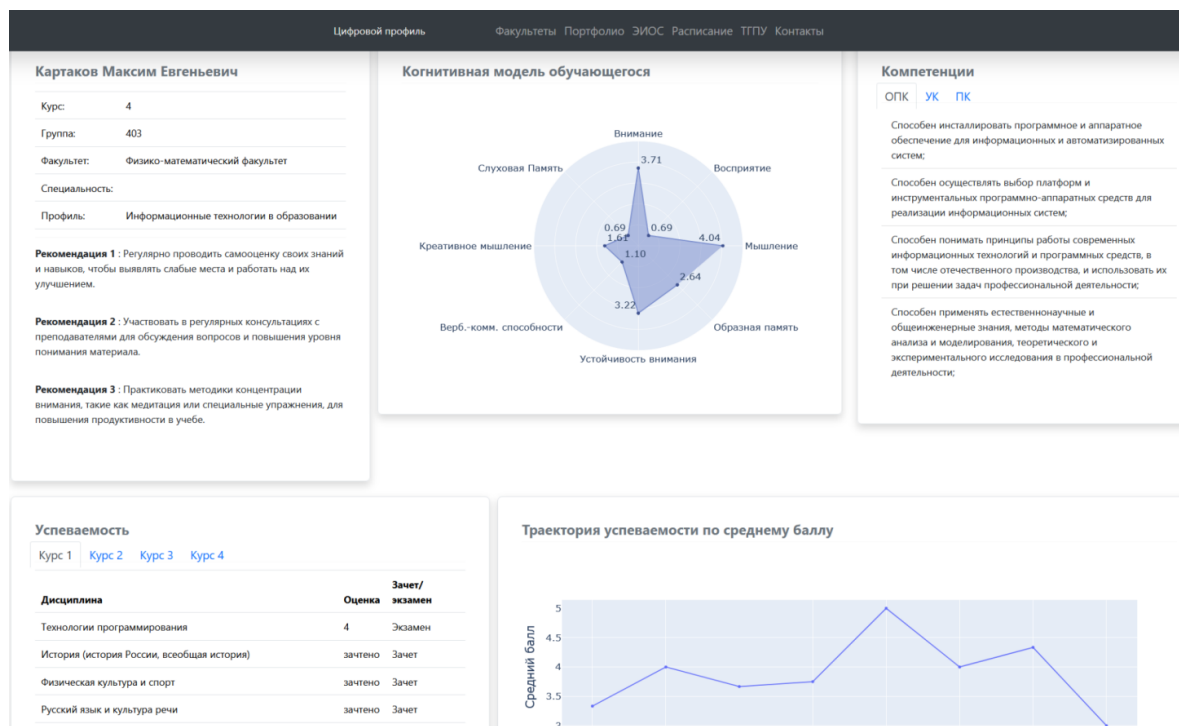


Рис. 1. Фрагмент главной формы цифрового профиля обучающегося

Fig. 1. Fragment of the main form of a student's digital profile

для из текущей социально-экономической ситуации как в регионе, так и стране; набор личностных характеристик выпускника, способствующих эффективному взаимодействию с коллегами и в обществе в целом; набор характеристик, раскрывающих уровень знаний в профессиональной сфере [12; 13]. Модель также содержит набор учебных компетенций, список дисциплин, успеваемость (результаты зачетов и экзаменов), достижения в образовательной сфере (дипломы, грамоты, стипендии различного уровня и т. д.), а также набор личностных характеристик.

При разработке ЦПО использовался фреймворк Django, реализующий паттерн Model-View-Template (MVT), который позволяет гибко управлять веб-приложениями и работать с базами данных. В качестве СУБД для работы с данными ЦПО использовалась MySQL. Для реализации построения когнитивных моделей, графиков и траекторий в работе использовалась библиотека для визуализации данных plotly.

2. Когнитивная модель обучения

В связи с высоким уровнем развития информационных технологий возникли новые перспективные возможности в реализации педагогических концепций обучения, ориентированные на индивидуально-психологические особенности обучающихся. Вместе с этим возникла потребность в теоретическом обосновании разработки и применения цифрового инструментария.

Системный подход к пониманию психологии личности обучающегося позволяет рассматривать обучение и развитие как единый, взаимосвязанный процесс, в основе которого структурно-функциональная организация психического аппарата имеет основополагающее значение [14]. Исследования психического аппарата человека на основе теоретико-методологических принципов концепции структурно-функционального подхода показали, что пси-

хический аппарат представляет собой сложную интегральную структурно-функциональную систему когнитивных функций, обеспечивающих познавательную деятельность личности на информационном и операциональном уровнях. Эти уровни имеют разные подструктуры, на которых решаются специфические когнитивные задачи [15]. Когнитивная деятельность личности на символическо-концептуальном уровне осуществляется посредством механизмов знаковой коммуникации различных уровней, которые обеспечивают построение разных моделей мира. Применение технологии нейронных сетей с этой точки зрения раскрывает широкие перспективы для поддержки принятия решений и выполнения коррекционных задач в учебно-образовательном процессе.

Таким образом, когнитивная модель, используемая в ЦПО, разработана с применением психолого-дидактического подхода к обучению. Согласно положениям психолого-дидактического подхода к обучению (Д. С. Брунер), использование психологических параметров деятельности в процессе моделирования и проектирования образовательной среды является приоритетным. Деятельность обучающегося в указанных условиях характеризуется целенаправленностью, рефлексивностью, регуляцией своего поведения (В. Д. Шадриков, К. Х. Прибрам, А. Бандура, Дж. А. Келли, В. А. Лефевр).

На рис. 2 приведена схема структуры когнитивной модели ЦПО, которая отображает взаимосвязь основных ее компонентов. Особую роль в структуре когнитивной модели обучающегося имеют индивидуально-психологические и социально-психологические характеристики, представленные двумя блоками.

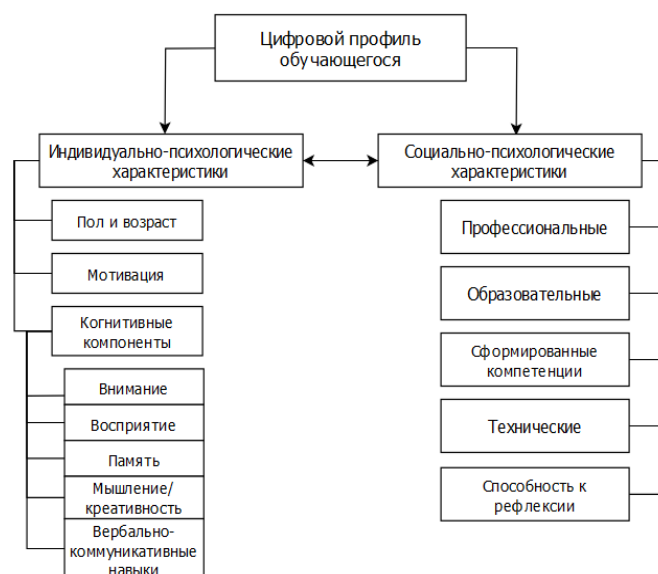


Рис. 2. Когнитивная модель, используемая в цифровом профиле обучающегося

Fig. 2. Cognitive model used in the student's digital profile

Когнитивная модель обучающегося для цифрового профиля включает базовые индивидуально-психологические и социально-психологические интегральные характеристики личности. Основным содержанием индивидуально-психологических характеристик являются половозрастные характеристики обучающихся, индивидуально-психологические свойства личности, особенности мотивации профессиональной и учебной деятельности, когнитивные компоненты (параметры когнитивного развития), которые определяются системой когнитивных признаков (восприятие, внимание, память, творческие способности, система мыслительных способностей).

Структурными компонентами социально-психологических характеристик являются учебно-профессиональные, в том числе: сформированность профессиональных компетенций, способность к рефлексии, учебные и технические достижения, включающие возможность и способность использовать информационно-технологические и иные инструментальные образовательные средства.

Представленные в когнитивной модели студента компоненты взаимосвязаны между собой, образуют динамическую систему характеристик, формирующихся в процессе обучения в образовательной среде высшего учебного заведения.

С целью определения основных параметров когнитивной деятельности обучающихся был разработан и реализован электронный психодиагностический комплекс М-CSP-test (табл. 1). Время, затрачиваемое обучающимся на тестирование, составляло в среднем 45 минут. Данные, полученные в ходе тестирования, направлялись для дальнейшего анализа в базу данных и использовались в соответствии с поставленными задачами на определенных этапах исследования.

Таблица 1

Психодиагностический комплекс для формирования когнитивной модели обучения

Table 1

Psychodiagnostic complex for the formation of a cognitive model of learning

№	Когнитивные признаки	Параметр	Шкала измерений, балл	Время (t), мин
1	Внимание	V	1–43	4
2	Мышление	IQ	1–60	25
3	Восприятие	T	1–9	2
4	Память	A	1–9	2
5	Креативное мышление	B	1–20	2
6	Вербально-коммуникативные способности	G	1–20	4
7	Устойчивость внимания	U	1–36	4
8	Образная память	M	1–16	2

3. Когнитивный подход к управлению учебным процессом в условиях цифровой трансформации образования

Когнитивный подход к управлению слабоструктурированных систем направлен на разработку формальных моделей и методов, поддерживающих интеллектуальный процесс решения проблем благодаря учету в них когнитивных возможностей (восприятие, представление, познание, понимание, объяснение) субъектов управления при решении управленческих задач [10; 13]. Подход был опробован на различных социально-экономических, экологических, образовательных и других сложных системах [2].

В основе современных изменений образовательных подходов лежит необходимость развития различных видов интеллектуальных способностей студентов с опорой на достижения в области информационных технологий и хорошо развитый интеллект с цифровыми компетенциями [11]. Когнитивные технологии направлены на активизацию студентов в образовательном процессе, а также стимулируют увеличение результативности процесса обучения, так как преподаватель при таком подходе более ориентирован на обучаемого, а не на группу учащихся [12]. При использовании механизмов анализа когнитивных процессов становится воз-

можным формировать персонализированные траектории и стратегии обучения, что оптимизирует применение ресурсов и ведет к повышению эффективности образовательного процесса.

Схема взаимодействия когнитивной подсистемы управления с образовательным процессом в вузе представлена на рис. 3. В когнитивной подсистеме (2) формируется каждый полгод набор когнитивных данных (параметров) обучающихся на основе экспресс-тестирования с использованием психодиагностического комплекса М-CSP-test, которые далее передаются в блок для построения когнитивных моделей обучения (4). На основе сформированных моделей вычисляются несколько вариантов образовательных траекторий (5) с привлечением данных из ЦПО (1) и е-портфолио. Метакогнитивная регуляция (3), в свою очередь, позволяет учащимся отслеживать и осознавать свой прогресс в обучении, а также выбирать наиболее эффективные стратегии для преодоления трудностей, что поможет им успешно выполнять когнитивные задачи [7].



Рис. 3. Схема взаимодействия когнитивной подсистемы управления с образовательным процессом в вузе

Fig. 3. Scheme of interaction of the cognitive management subsystem with the educational process at the University

Построенная система управления позволяет обучающимся проводить анализ достижений (академической успеваемости), выбирать и формировать траектории обучения в вузе, участвовать в конкурсах по научной и общественной деятельности и в целом управлять своим образовательным процессом (6), а также взаимодействовать с будущими работодателями на основе рейтинговых позиций в рамках образовательных и когнитивных моделей.

4. Исследование свойств нейронной сети для поддержки принятия решений

В качестве архитектуры нейронной сети была выбрана полносвязная нейронная сеть (англ. FCNN), которая состоит из нескольких слоев нейронов, где каждый нейрон представляет собой узел, соединенный с каждым нейроном из следующего и предыдущего слоев. Для реализации нейронной сети был выбран язык Python и библиотека глубокого обучения Keras. При работе с сетью также использовались библиотеки: для построения графиков matplotlib, pandas и numpy для работы с массивами данных.

Для обучения нейронной сети использовались данные, которые были получены в результате целенаправленного тестирования студентов на двух факультетах ТГПУ, в количестве $n = 256$. Полученные данные были предварительно нормализованы с помощью метода логарифмической нормализации. На основании полученных и обработанных в результате тестирования данных был сформирован датасет 9×512 , в котором 8 столбцов отведено для значений когнитивных параметров студента, а 9-й столбец содержит соответствующую к ним рекомендацию.

В ходе исследования свойств нейронной сети было проведено сравнение оптимизаторов, варьирование количества нейронов в скрытых слоях, а также влияние параметра скорости обучения (lr). В работе рассматривались следующие оптимизаторы: Adam, RMSprop, Adamax, SGD, поскольку в задачах классификации они демонстрируют лучшие результаты [10]. На рис. 4 представлены расчетные значения параметра точности для вышеуказанных оптимизаторов.

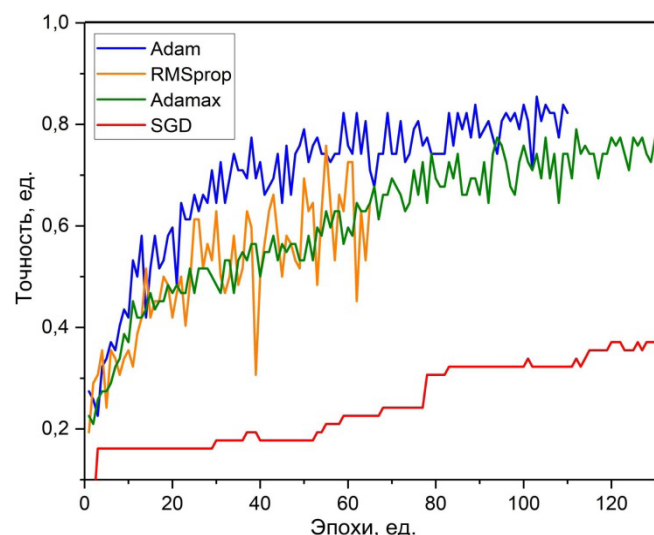


Рис. 4. Расчетные значения параметра точности при сравнении четырех оптимизаторов: Adam, RMSprop, Adamax, SGD

Fig. 4. Calculated values of the accuracy parameter when comparing four optimizers: Adam, RMSprop, Adamax, SGD

Из представленных на рис. 4 данных можно видеть, что оптимизатор Adam за наименьшее количество временных циклов (эпох) приводит к максимальной точности на построенном датасете по сравнению с другими оптимизаторами, поэтому в дальнейшем все расчеты проводились с использованием данного оптимизатора.

На рис. 5 показаны графики параметров точности обучения и валидации (a), а также графики параметров потерь обучения и валидации (b) при режиме обучения нейронной сети со скоростью $lr = 0,01$. Топология сети содержит два скрытых слоя, которые обозначены как $n_1 = 256$ и $n_2 = 128$ нейронов соответственно. В целом построенные кривые обладают

хорошей сходимостью, небольшой волатильностью, что говорит об устойчивых показателях нейронной сети.

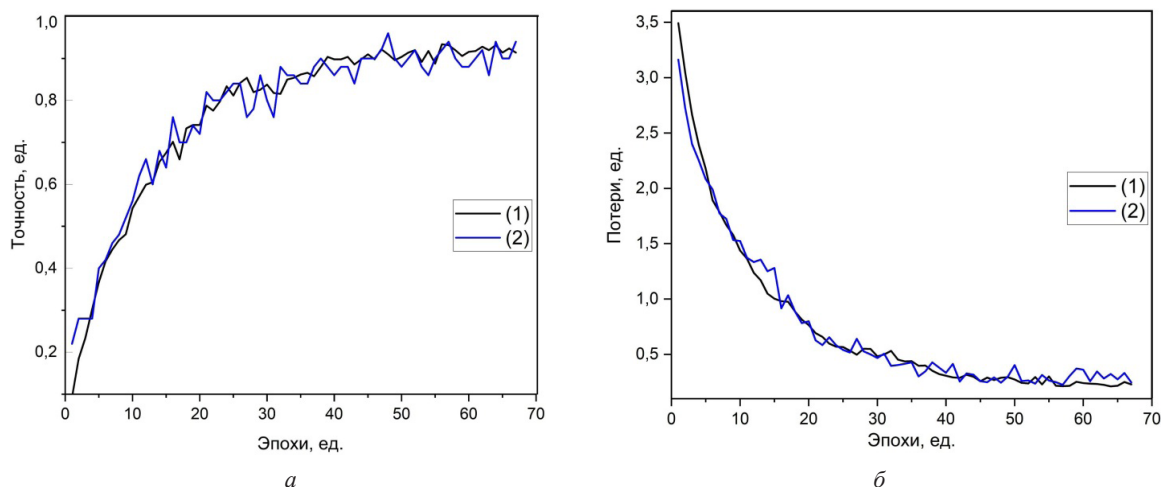


Рис. 5. Расчетные значения параметров: точности обучения нейронной сети (1) и валидации (2) – a ;
график параметров: потерь обучения (1) и валидации (2) – b ($n_1 = 256$, $n_2 = 128$, $lr = 0,01$)

Fig. 5. Calculated values of the parameters: neural network training accuracy (1) and validation (2) – a ;
graph of parameters: training losses (1) and validation – b . ($n_1 = 256$, $n_2 = 128$, $lr = 0,01$)

Можно отметить закономерность на рис. 5, которая показывает, что по мере увеличения числа временных циклов (эпох) параметры точности обучения и валидации возрастают умеренно, с логарифмическим ростом функции, и стремятся к 1 (100 %), а потери в свою очередь – к 0.

Далее проводилось исследование изменения поведения параметров нейронной сети при скорости обучения $lr = 0,001$, что отражено на рис. 6, где приведен график точности обучения (a) и график потерь обучения (b) нейронной сети и валидации тестовых данных соответственно.

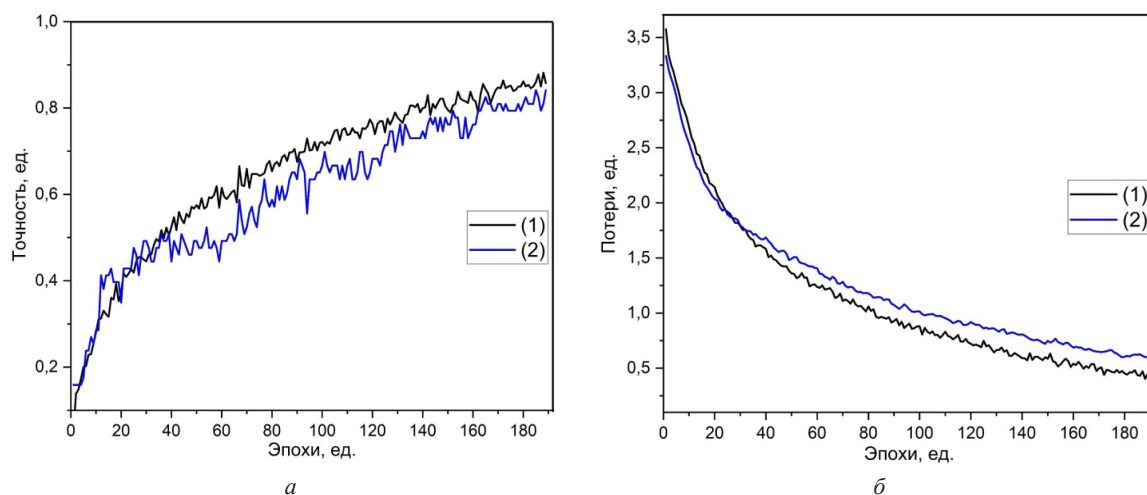


Рис. 6. Расчетные значения параметров: точности обучения (1) нейронной сети и валидации (2) тестовых данных – a , график параметров: потерь обучения (1) нейронной сети и валидации (2) – b ($n_1 = 256$, $n_2 = 128$, $lr = 0,001$)

Fig. 6. Calculated values of the parameters: training accuracy (1) of the neural network and validation (2) of test data – a , graph of parameters: training losses (1) of the neural network and validation (2) – b ($n_1 = 256$, $n_2 = 128$, $lr = 0,001$)

При уменьшении параметра скорости обучения lr в 10 раз, для случая когда $lr = 0,001$, количество эпох возрастает в $\sim 2,6$ раза, причем точность обучения и валидации (рис. 6, а) едва достигает до 90 %, а потери уменьшаются заметно медленнее (рис. 6, б), чем при $lr = 0,01$ (рис. 5, б). Далее исследовалась работа нейронной сети при различных параметрах n_1 и n_2 в скрытом слое. Пример рассчитанных значений параметров точности и потерь для нейронной сети при $n_1 = n_2 = 128$ представлены на рис. 7.

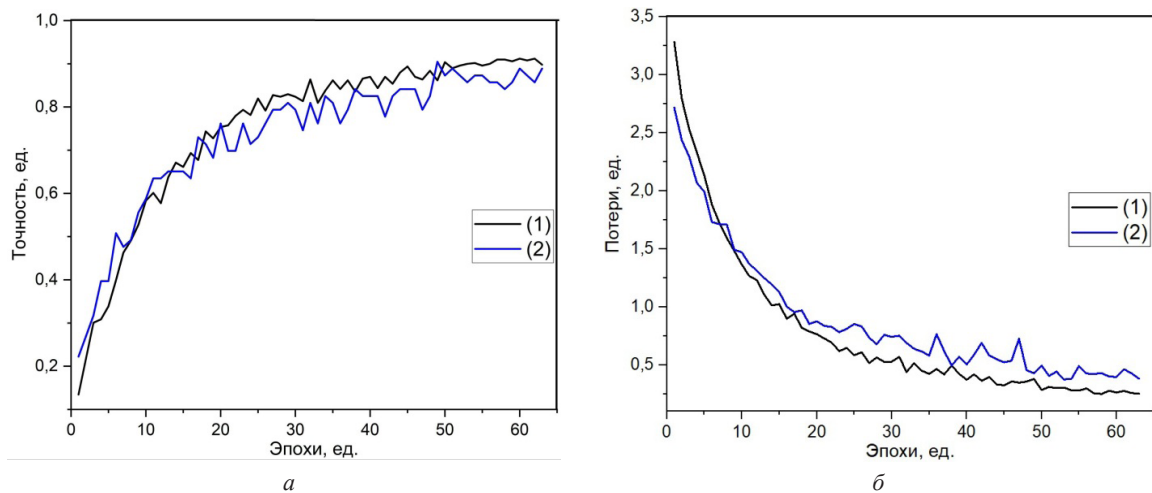


Рис. 7. Расчетные значения параметров: точности обучения (1) нейронной сети и валидации (2) тестовых данных – а, график параметров: потерь обучения (1) нейронной сети и валидации (2) – б ($n_1 = 128, n_2 = 128, lr = 0,01$)

Fig. 7. Calculated values of the parameters: training accuracy (1) of the neural network and validation (2) of test data – а, graph of the parameters: training losses (1) of the neural network and validation (2) – б ($n_1 = 128, n_2 = 128, lr = 0,01$)

Уменьшив количество нейронов в первом слое до $n_1 = 128$, получим увеличение расхождения значений параметров между точностью обучения и валидацией, а также для потерь на обучение и валидацию (рис. 7), в сравнении с рис. 5. Данный факт указывает на то, что при такой архитектуре нейронная сеть плохо обобщает данные.

Проведенное исследование позволило реализовать формирование рекомендаций по улучшению образовательного процесса в веб-приложении ЦПО, была определена структура нейронной сети и ее следующие параметры: оптимизатор Adam, 2 скрытых слоя $n_1 = 128$ и $n_2 = 128$, $lr = 0,01$, функция активации в скрытых слоях ReLU, в выходном – softmax и для функции потерь выбрана разреженная категориальная кросс-энтропия. Для определения параметра точности предсказаний модели была выбрана метрика *accuracy*. Чтобы избежать переобучения нейронной сети, использовался метод регуляризации, остановка обучения (EarlyStopping), где обучение прекращалось, если происходило 10 эпох без улучшений.

5. Поддержка принятия решений с использованием рекомендаций нейронной сети

Методологической основой при структурном анализе ситуации, связанной с принятием решения, служит системный подход, в основе которого лежит рассмотрение объекта или ситуации как системы. В работе при структурном анализе ситуации использовался SWOT-анализ, а для изучения внешнего воздействия на систему применялся PEST-анализ. При проектировании основных модулей системы поддержки принятия решений применялись методология

структурного проектирования (SADT) и технология объектно-ориентированного анализа (ООА).

Система поддержки принятия управленческих решений с использованием когнитивной модели обучения объединяет несколько различных программных инструментов, методик и моделей управления (рис. 8). Взаимодействуя между собой, они способствуют оптимизации образовательного процесса с учетом индивидуальных когнитивных особенностей обучающихся.

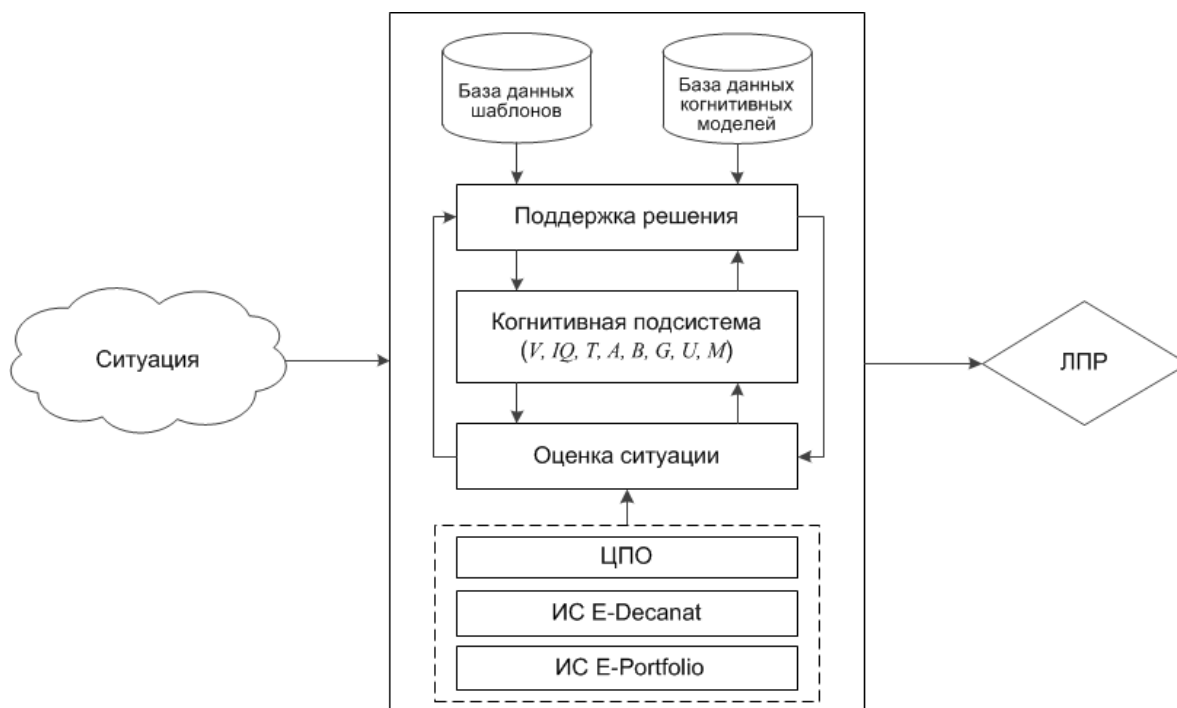


Рис. 8. Схема поддержки принятия решений с использованием когнитивной модели

Fig. 8. Decision support scheme using a cognitive model

Данная схема позволит персонализировать образовательные программы, адаптировать методики преподавания, а также создать оценочные инструменты, соответствующие требованиям работодателей и способностям учащихся.

Цифровой профиль обучающегося реализован как встроенное веб-приложение системы е-портфолио ТГПУ. Являясь компонентом информационной среды управления учебным процессом, ЦПО тесно связан и взаимодействует с внутренними информационными подсистемами университета (табл. 2). При формировании управленческого решения интеллектуальная система учитывает индивидуальные стремления студента в профессиональной самореализации, стратегию формирования основ его творческого развития, а также перспективные направления проектной деятельности вуза с целью привлечения студентов к участию в научных и образовательных конкурсах, выполнению инновационных проектов и научных исследований, тем самым проводя опережающую подготовку кадров и формируя высококлассных специалистов.

Таким образом, обработка учебной аналитики (LA/EDM) с использованием полносвязной нейронной сети позволяет упростить процесс формирования индивидуальных образовательных траекторий и дает возможность повысить удовлетворенность обучающегося учебным процессом в вузе.

Таблица 2

Поддержка принятия решений с использованием ЦПО

Table 2

Support for decision-making using SDP

№	Наименование подразделения вуза	Программные компоненты, модули	Форма взаимодействия и поддержка принятия решений
1	Учебное управление	ЦПО, е-портфолио, ЭИОС	Данные из интеллектуальной подсистемы передаются в подсистему проведения конкурсов по научной/общественной деятельности. Улучшение качества проводимых конкурсов. Решения о назначении стипендии. Выдвижение кандидатов и формирование научного и общественного актива
2	Деканаты (учебные офисы)	ЦПО, е-Decanat, е-портфолио	Построение персонализированных образовательных траекторий. Выдвижение кандидатов на научную и общественную деятельность. Решение о выдвижении кандидатов на научную и общественную деятельность. Формирование временных творческих коллективов обучающихся для реализации университетских проектов
3	Центр карьеры	ЦПО, online-сервис для передачи данных е-портфолио, веб-сайт	Передача данных для работодателей с согласия обучающихся на веб-сайт центра. Улучшение анализа потребностей работодателей. Сокращение времени, затрачиваемого при найме на работу обучающихся/выпускников
4.	Учебные отделы и другие подразделения	ЦПО, е-Decanat, е-портфолио, ЭИОС	Анализ когнитивных возможностей позволяет производить корректировку образовательных/научных программ, улучшить конкурентоспособные характеристики вуза

В табл. 3 представлен результат работы нейронной сети, где приведен вывод семи рекомендаций для улучшения образовательного процесса. Вероятности полученных рекомендаций нормируются в программе с использованием *softmax*.

Нейронная сеть выбирает рекомендации из предварительно подготовленного словаря. Рекомендации словаря формируются на основе интерпретации данных психодиагностического комплекса тестов и являются обобщением числовых результатов тестирования, так как выбираются на основе когнитивных параметров студента. Выбранный подход к формированию рекомендаций направлен на развитие объективной самооценки студента и поможет ему осознать свои сильные и слабые стороны (выбрать образовательные траектории), а также развить навыки в различных областях деятельности и улучшить соответствующие когнитивные показатели.

Таблица 3

Пример рекомендаций ЦПО, сформированных с использованием нейронной сети

Table 3

Example of SDP recommendations generated using a neural network

№	Рекомендация	Вероятность
1	Регулярно проводить самооценку своих знаний и навыков, чтобы выявлять слабые места и работать над их улучшением	0,86818
2	Участвовать в регулярных консультациях с преподавателями для обсуждения вопросов и повышения уровня понимания материала	0,08678
3	Практиковать методики концентрации внимания, такие как медитация или специальные упражнения, для повышения продуктивности в учебе	0,02296
4	Применять различные стратегии запоминания информации, основанные на индивидуальных особенностях памяти	0,01505
5	Внедрить техники «мозгового штурма» для развития креативного мышления и генерации новых идей	0,00274
6	Внедрить в учебный процесс приложения для формирования графических конспектов и ментальных карт	0,00268
7	Искать дополнительные образовательные ресурсы, такие как онлайн-курсы или литературу, для более глубокого изучения интересующих тем	0,00118

Заключение

Представлена модель системы поддержки принятия решений в образовательном процессе на основе когнитивной модели обучения как эффективный элемент принятия управленческих решений. Разработано программное решение, цифровой профиль обучающегося на базе электронного портфолио студентов с привлечением алгоритмов искусственного интеллекта, современных веб-технологий, а также когнитивных моделей обучения, что позволит сформировать блок рекомендаций для обучающегося. Используя представленный в работе когнитивный подход и программное обеспечение, становится возможным построение когнитивных моделей обучающихся, а также использование более широкого класса открытых моделей обучения (OLM).

В ходе исследования свойств нейронной сети было проведено сравнение оптимизаторов (Adam, RMSprop, Adamax, SGD), варьирование количества нейронов в скрытых слоях, а также оценка влияния параметра скорости обучения. Проведенное исследование позволило реализовать формирование рекомендаций по улучшению образовательного процесса, была определена структура нейронной сети и конфигурационные параметры: оптимизатор Adam, топология слоев, режим обучения сети. Разработанное программное решение (ЦПО) с использованием нейронной сети позволит сократить время принятия управленческих решений в части организации различных конкурсов (по научной, общественной и другой деятельности), ускорить организацию временных творческих коллективов обучающихся при выполнении проектов, а также повысить уровень персонализированного обучения.

В дальнейшем планируется совершенствование и более глубокое обучение нейронной сети, расширение спектра ее возможностей. Анализ моделей поведения обучающихся с ис-

пользованием ЦПО позволит преподавателям и административным работникам университета своевременно принимать решения о помощи и выделении дополнительных ресурсов обучающимся, а также позволит проводить коррекцию индивидуальных траекторий и тем самым повысит вовлеченность обучающихся в учебный процесс.

Список литературы

1. **Малкова Т. В.** Цифровая трансформация как средство модернизации образовательного процесса и достижения качественных изменений в различных аспектах образовательной деятельности // Современная наука. 2023. № 1. С. 46–48.
2. **Авдеева З. К., Коврига С. В., Макаренко Д. И., Максимов В. И.** Когнитивный подход в управлении // Проблемы управления. 2007. № 3. С. 2–8.
3. **Лисовский А. Л.** Применение нейросетевых технологий для разработки систем управления // Стратегические решения и риск-менеджмент. 2020. Т. 11, №4. С. 378–389. DOI: 10.17747/2618-947X-2020-4-378-389
4. **Шамсутдинова Т. М.** Проблемы и перспективы применения нейронных сетей в сфере образования // Открытое образование. 2022. Т. 26, № 6. С. 4–10. DOI: 10.21686/1818-4243-2022-6-4-10
5. Федеральный проект «Искусственный интеллект». Министерство экономического развития РФ. URL: <https://ai.gov.ru/strategy/federalnyy-proekt-ii/?ysclid=ly6szfvxwp523566810> (дата обращения: 04.07.2024).
6. **Hao G., Kenneth K, Brian J.** Learning Factors Analysis – A General Method for Cognitive Model Evaluation and Improvement // Lecture Notes in Computer Science. 2006. Vol. 4053. P. 164–175. DOI: 10.1007/11774303_17
7. **Binali T., Tsai C. C., Chang H. Y.** University students' profiles of online learning and their relation to online metacognitive regulation and internet-specific epistemic justification // Computers and Education. 2021. Vol. 175. P. 104315. DOI: 10.1016/j.compedu.2021.104315
8. **Zhao Y., Lorente A.P., Gómez M. C.** Digital competence in higher education research: A systematic literature review // Computers and Education. 2021. Vol. 168. P. 104212. DOI: 10.1016/j.compedu.2021.104212.
9. **Matzavela, V., Alepis E.** Decision tree learning through a Predictive Model for Student Academic Performance in Intelligent M-Learning environments // Computers and Education: Artificial Intelligence. 2021. Vol. 2. P. 100035. DOI: 10.1016/j.caeai.2021.100035.
10. **Luo Q., Yang J.** The Artificial Intelligence and Neural Network in Teaching // Computational intelligence and neuroscience. 2022. 1778562. DOI: 10.1155/2022/1778562.
11. **Морозевич Е. С., Коротких В. С., Кузнецова Е. А.** Разработка модели формирования индивидуальных образовательных траекторий с использованием методов машинного обучения // Бизнес-информатика. 2022. Т. 16, № 2. С. 21–35. DOI: 10.17323/2587-814X.2022.2.21.35
12. **Пираков Ф. Д., Клишин А. П., Ерёмина Н. Л., Клыжко Е. Н.** Разработка и применение системы электронного портфолио обучающегося в вузе // Вестник НГУ. Серия: Информационные технологии. 2019. Т. 17, № 4. С. 87–100. DOI 10.25205/1818-7900-2019-17-4-5-87-100
13. **Пираков Ф. Д., Шталина Е. С., Клишин А. П.** Управление учебным процессом в вузе с использованием цифрового профиля выпускника и электронного портфолио // Прикладная математика и информатика: современные исследования в области естественных и технических наук: сб. материалов IX Междунар. науч.-практ. конф. (школы-семинара) молодых ученых. Тольятти: ТГУ, 2023. С. 489–494.

14. **Ахметова Л. В.** Когнитивная сфера личности – психологическая основа обучения // Вестник Том. гос. пед. ун-та. 2009. Т. 87, № 9. С. 108–115.
15. **Ахметова Л. В., Иванкина Л. И., Языков К. Г.** Нейропсихологические и философские основы понятия «когнитивная сфера личности». Томск: НТЛ, 2021. 235 с.

References

1. **Malkova T. V.** Digital transformation as a means of modernizing the educational process and achieving qualitative changes in various aspects of educational activity. *Modern science*, 2023, no. 1, pp. 46–48. (in Russ.)
2. **Avdeeva Z. K., Kovriga S. V., Makarenko D. I., Maksimov V. I.** Kognitivnyy podkhod v upravlenii [Cognitive approach to management]. *Management problems*, 2007, no. 3, p. 2–8. (in Russ.)
3. **Lisovsky A. L.** Application of neural network technologies for management development of systems. *Strategic decisions and risk management*, 2020, vol. 4, no. 11, p. 378–389. DOI: 10.17747/2618-947X-2020-4-378-389 (in Russ.)
4. **Shamsutdinova T. M.** Problems and Prospects for the Application of Neural Networks for the Sphere of Education. *Open education*, 2022, vol. 26, no. 6, p. 4–10. DOI: 10.21686/1818-4243-2022-6-4-10 (in Russ.)
5. Federal project “Artificial Intelligence”. Ministry of Economic Development of the Russian Federation. URL: <https://ai.gov.ru/strategy/federalnyy-proekt-ii/?ysclid=ly6szfvxwp523566810> (date of access: 04.07.2024) (in Russ.)
6. **Hao G., Kenneth K., Brian J.** Learning Factors Analysis – A General Method for Cognitive Model Evaluation and Improvement. *Lecture Notes in Computer Science*, 2006, vol. 4053, pp. 164–175. DOI: 10.1007/11774303_17.
7. **Binali T., Tsai C. C., Chang H. Y.** University students’ profiles of online learning and their relation to online metacognitive regulation and internet-specific epistemic justification. *Computers and Education*, 2021, vol. 175, pp. 104315. DOI: 10.1016/j.compedu.2021.104315.
8. **Zhao Y., Lorente A.P., Gómez M. C.** Digital competence in higher education research: A systematic literature review. *Computers and Education*, 2021, vol. 168, pp. 104212. DOI: 10.1016/j.compedu.2021.104212.
9. **Matzavela V., Alepis E.** Decision tree learning through a Predictive Model for Student Academic Performance in Intelligent M-Learning environments. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 2021, vol. 2, p. 100035. DOI: 10.1016/j.caeai.2021.100035.
10. **Luo Q., Yang J.** The Artificial Intelligence and Neural Network in Teaching. *Computational intelligence and neuroscience*, 2022, 1778562. DOI: 10.1155/2022/1778562.
11. **Morozevich E. S., Korotkikh V. S., Kuznetsova E. A.** Razrabotka modeli formirovaniya individualnykh obrazovatel’nykh trayektoriy s ispolzovaniyem metodov mashinnogo obucheniya [Development of a model for the formation of individual educational trajectories using machine learning methods]. *Business Informatics*, 2022, vol. 16, no. 2, pp. 21–35. (In Russ.) DOI: 10.17323/2587-814X.2022.2.21.35
12. **Pirakov F. D., Klishin A. P., Eremina N. L., Klyzhko E. N.** Development and application of an electronic portfolio system for a student at a university. *Vestnik NSU. Series: Information technologies*, 2019, vol. 17, no. 4, pp. 87–100. (In Russ.) DOI 10.25205/1818-7900-2019-17-4-5-87-100
13. **Pirakov F. D., Shtalina E. S., Klishin A. P.** Upravleniye uchebnym protsessom v vuze s ispolzovaniyem tsifrovogo profilya vypusknika i elektronnoy portfolio [Managing the educational process at a university using a digital graduate profile and electronic portfolio]. *Proceedings of the IX International Scientific and Practical Conference (school-seminar) of*

- young scientists: Applied mathematics and computer science: modern research in the field of natural and technical sciences*. Tolyatti, TSU, 2023, pp. 489–494. (in Russ.)
14. **Akhmetova L. V.** Kognitivnaya sfera lichnosti – psikhologicheskaya osnova obucheniya [The cognitive sphere of personality is the psychological basis of learning]. *Bulletin of the Tomsk State Pedagogical University*, 2009, vol. 87, no. 9, pp. 108–115. (in Russ.)
 15. **Akhmetova L. V., Ivankina L. I., Yazykov K. G.** Neyropsikhologicheskiye i filosofskiye osnovy ponyatiya «kognitivnaya sfera lichnosti» [Neuropsychological and philosophical foundations of the concept Cognitive sphere of personality]. Tomsk, NTL Publ. House, 2021. 235 p. (in Russ.)

Сведения об авторах

Клишин Андрей Петрович, кандидат физико-математических наук, заведующий студенческой научно-исследовательской лабораторией информационных технологий УИТ Томского государственного педагогического университета

Шталинина Екатерина Сергеевна, бакалавр Томского государственного педагогического университета

Пираков Фаррух Джамшедович, аспирант кафедры автоматизации обработки информации Томского университета систем и радиоэлектроники

Ахметова Людмила Владимировна, кандидат психологических наук, доцент кафедры психологии и развития личности Томского государственного педагогического университета

Ерёмина Наталия Леонидовна, кандидат технических наук, доцент кафедры системного анализа и математического моделирования Томского государственного университета

Information about the Authors

Andrey P. Klishin, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Head of the Lab Student Research Laboratory of Information Technologies UIT Tomsk State Pedagogical University

Ekaterina S. Shtalina, Bachelor of Tomsk State Pedagogical University

Farrukh D. Pirakov, Graduate Student of the Department of automation of information processing, Tomsk University of Systems and Radioelectronics

Lyudmila V. Akhmetova, Candidate of Psychological Sciences, Associate Professor of the Department of Psychology and Personality Development, Tomsk State Pedagogical University

Natalia L. Eryomina, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of System Analysis and Math Modeling, Tomsk State University

*Статья поступила в редакцию 31.10.2024;
одобрена после рецензирования 23.01.2025; принята к публикации 23.01.2025*

*The article was submitted 31.10.2024;
approved after reviewing 23.01.2025; accepted for publication 23.01.2025*