

# Программно-технологическое решение учета когнитивных способностей студентов в системах прогноза успеваемости

О. С. Жигалов

**Аннотация**— Образовательные информационные системы в вузах имеют модули сбора данных об успеваемости и посещаемости, что позволяет использовать их для прогнозирования методами машинного обучения. Важным расширением данных могут быть результаты психологического тестирования и анализа когнитивных способностей, поскольку стрессоустойчивость, мотивируемость, развитая рабочая память существенно влияют на итог итоговой успеваемости. Разработана схема образовательной системы с интегрированными в нее инструментами психологического тестирования, ориентированными на использование при прогнозировании академической успеваемости. Системы сбора данных реализуется как батарея тестов, каждый из которых сформирован в форме веб-интерфейса. Особенностью реализации психологических тестов является необходимость замеров как самих результатов, так и времени реакций. Это может быть реализовано в формате веб-страниц с перезагрузки страниц после каждого ответа и локальным сохранением результатов. Выбран технологический стек, реализующий верифицированные средства тестирования. Предлагаемое решение основывается на подходе с предварительной загрузкой материалов и отправкой результатов по завершении психологического теста целиком. Результатом работы является программно-технологическое решение, предназначенное для учета результатов тестирования когнитивных способностей для расширения признакового пространства при построении моделей машинного обучения для прогнозирования успеваемости студентов. Работа имеющее прикладное значение для развития возможностей вузовских информационных образовательных систем.

**Ключевые слова** — информационная образовательная система вуза, программно-технологическое решение, психологическое тестирование, когнитивные способности.

## I. ВВЕДЕНИЕ

Современное образование сталкивается с множеством вызовов, среди которых особое внимание уделяется индивидуализации учебного процесса и повышению успеваемости студентов [1]. В условиях стремительного развития технологий искусственный интеллект (ИИ) становится важным инструментом для решения задач в сфере образования [2]. Применение методов машинного обучения и анализа [3] данных позволяет не только

обрабатывать большие объемы информации, но и выявлять закономерности, которые могут существенно повлиять на образовательные результаты.

Прогнозирование успеваемости студентов [4] представляет собой одну из ключевых задач, где ИИ может сыграть решающую роль. Немаловажную роль в ходе изучения успеваемости является проведения психологического тестирования обучающегося, на основе которого можно выявить факторы, влияющие на учебные достижения, такие как мотивация, уровень стресса и когнитивные способности. Эти аспекты имеют большое значение для понимания того, как студенты воспринимают учебный материал и справляются с академическими нагрузками.

Точность и достоверность прогнозирования в образовательных системах базируется либо на статистических моделях, либо преимущественно на моделях с машинным обучением. Статистика успеваемости и посещаемости дает существенный материал для прогнозирования, но значительный вклад в итоговые оценки вносят психологические характеристики личности – когнитивные способности, стрессоустойчивость, рабочая память. Эти характеристики, например, могут мобилизовать студента на экзамене, и получить более высокую оценку, чем следует из текущей успеваемости в течении семестра, возможно и обратное, что наблюдается в последние годы, когда на экзамене или зачете студенты испытывают повышенный стресс, вплоть до панического расстройства. Таким образом, в системах прогнозирования успеваемости необходимо учитывать индивидуальные когнитивные способности и психофизиологические показатели – стрессоустойчивость, рабочая память, пространственные способности, скорость реакции и др. [5]. Выявление сложных структурных взаимосвязей между данными об успеваемости со способностями к концентрации и скоростью усваивания информации можно объединить с данными, имеющимися в образовательных системах [6–8], например, балльно-рейтинговый учет по дисциплинам, учет посещаемости, оценки за практические занятия и контрольные работы.

Цель исследования — сформировать программно-технологическое решение, имеющее важное значение для развития сферы ИТ-образования, предназначенное для учета результатов тестирования когнитивных способностей для расширения признакового пространства при построении моделей машинного

Статья получена 10 марта 2026.

О. С. Жигалов, MIREA – Russian Technological University, Moscow, Russia (e-mail: jigalov@mirea.ru).

обучения прогнозирования успеваемости студентов.

В статье описана архитектура системы сбора и хранения результатов исследования. Спроектировано средство для проведения психологического тестирования, которое позволит дополнить данные об академической успеваемости. Выбран технологический стек, реализующих верифицированные средства онлайн тестирования.

II. ПРОГРАММНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ РЕШЕНИЕ

Программно-технологическое решение предполагает интеграцию в образовательную среду [6] средств учета и прогнозирования академической успеваемости подсистем сбора данных психологического тестирования [9–11]. Разработана архитектура интеграции и цифровую образовательную систему, приведенная на рисунке 1.

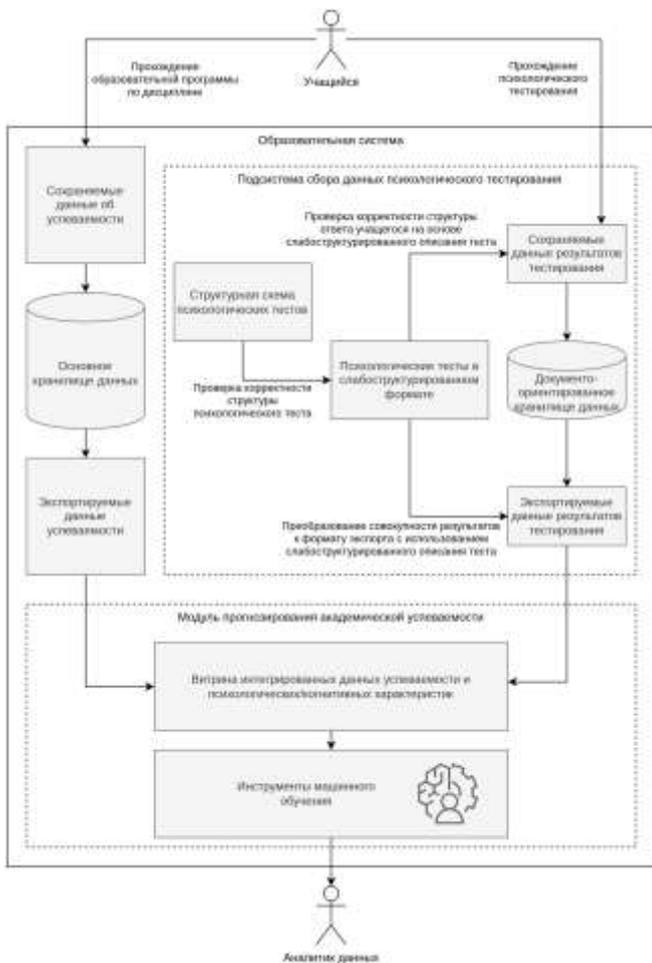


Рис. 1. Схема образовательной системы, дополненной программно-технологическим решением учета когнитивных способностей студентов

Сервисы психологического тестирования реализуются как многостраничные веб-приложения [12]. В них, после ввода данных на каждой странице веб-опроса, выполняется переход между страницами психологического теста, требующий полной перезагрузки веб-страницы. На рисунке 2 приведена диаграмма последовательности, отражающая процессы загрузки материалов и передачи данных ответов при

переходе между страницами психологического онлайн-опроса. Из диаграммы видно, что каждая открытая пользователем страница теста требует загрузки HTML-кода, таблиц стилей, файлов изображений и других сопутствующих материалов. Часть из них может быть кэширована браузером (файлы CSS и JS), но файлы изображений и код HTML-страниц не повторяются, что потребует передачи данных по сети после каждой страницы теста. То же самое касается отправляемых на сервер результатов. Сетевые задержки и нестабильное подключение могут привести к неполной загрузке ресурсов (например, часть изображений не загружена, что приводит к некорректному отображению тестов на экране), задержке при передаче материалов психологических тестов с сервера, что может привести к несвоевременной демонстрации стимулов, а также задержке при передаче результатов тестирования на сервер, что может увеличить время прохождения батареи тестов.

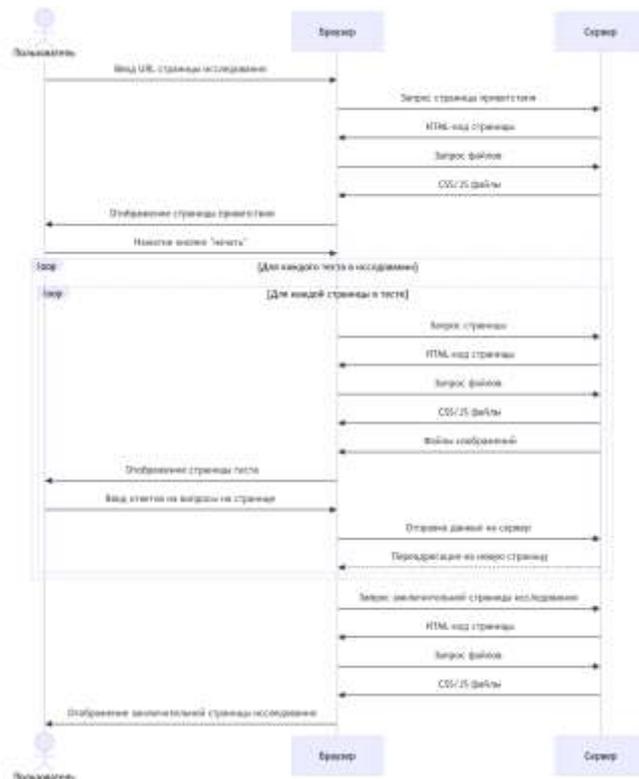


Рис. 2. Диаграмма последовательности операций при традиционной загрузке материалов в многостраничных веб-приложениях

В связи с этим предлагаемое решение основывается на подходе с предварительной загрузкой материалов и отправкой результатов по завершении психологического теста целиком (рисунок 3). При этом веб-приложение, демонстрирующее страницы психологического теста, реализуется как одностраничное веб-приложение, не требующее перезагрузки страницы в ходе переключения между экранами интерфейса. Загрузка необходимых материалов для отображения пользовательского интерфейса выполняется единожды, в самом начале, после чего выполняется последовательная загрузка всех психологических тестов. Каждый тест передается в формате ZIP-архива и содержит как структуру психологического теста, так и сопутствующие

материалы (например, изображения). Далее все тесты в исследовании и их страницы отображаются пользователю без необходимости в каком-либо сетевом взаимодействии. Единственной операцией, требующей сетевого подключения, остается отправка данных на сервер. В силу того, что приложение не предполагает перезагрузки веб-страниц, оно может отправлять данные на сервер в фоновом режиме, т. е. асинхронно, тем самым не приостанавливая процесс прохождения психологических тестов, даже в условиях нестабильного соединения.

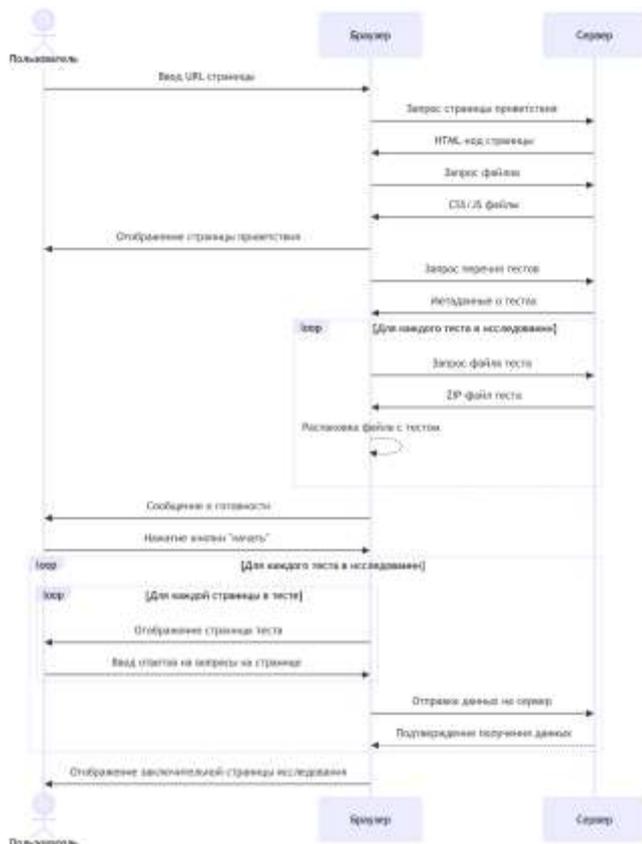


Рис. 3. Диаграмма последовательности операций в предложенном подходе

Таким образом, разработан подход и архитектура модулей сбора и обработки результатов психологического тестирования, интегрируемые в образовательные информационные системы.

### III. РЕЗУЛЬТАТЫ

На основе предложенного подхода разработана структура сервиса психологического тестирования, показанная на рисунке 4.

Решена задача выбора эффективного стека технологий [12]. В таблице 1 приведен стек технологий, примененных для разработки сервиса для психологического тестирования. Веб-приложение, реализующее пользовательский интерфейс, выделено в отдельный компонент, исполняемый полностью в

браузере пользователя. Язык TypeScript транслируется в JavaScript, пригодный для исполнения как на серверной, так и на клиентской части сервиса, что позволяет иметь одну общую программную библиотеку для взаимодействия с психологическими тестами в заданном формате.

ТАБЛИЦА 1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ СТЕК

Компонент	Технология
Формат психологических тестов	JSON Schema
Психологические тесты	Формат теста - JSON Формат пакета с файлами ресурсов - ZIP
Программная библиотека обработки тестов в заданном формате	Язык программирования - TypeScript
Хранилище данных	СУБД MongoDB для данных исследования Файловая система для материалов тестов
Серверное ПО	Язык программирования - TypeScript Фреймворк NestJS REST API
Клиентское ПО	Язык программирования - TypeScript Фреймворк Angular CSS-фреймворк Tailwind Библиотека компонентов PrimeNG
Форматы выходных данных	JSON, CSV

Пользовательский интерфейс предлагает возможность использования как инструкций, так и вопросов в различной форме. Например, на рисунке 5 показана текстовая инструкция и матрица вопросов с возможностью выбора одного из предложенных вариантов для каждого из пунктов. На рисунке 6 показаны инструкция и вопрос, содержащие как текст, так и изображения.

Каждый психологический тест включает вопросы или задания, которые должен выполнить студент. На основе ответов и результатов выполнения заданий рассчитываются интегральные показатели – шкалы – которые, в свою очередь, отражают измеряемые психологические характеристики учащегося. Например, для теста в форме опроса «Большая пятерка» [13], показанного на рисунке 4, это пять шкал, отражающих черты личности: «Нейротизм», «Экстраверсия», «Открытость опыту», «Дружелюбность» и «Добросовестность». Примерами тестов со шкалами, отражающими когнитивные характеристики, являются тесты из батареи «Королевский замок» (King's Challenge) [14], такие, как показанный на рисунке 6 тест «складывание бумаги» (Paper Folding). Они показывают характеристики, связанные с пространственным мышлением, что может быть значимо в контексте инженерных дисциплин.

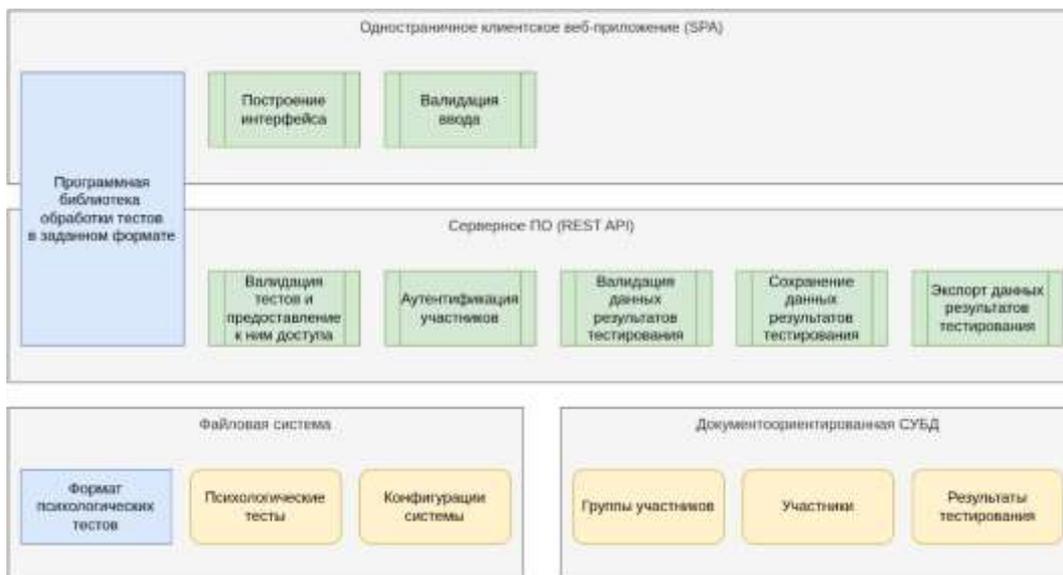


Рис. 4. Структура сервиса психологического тестирования

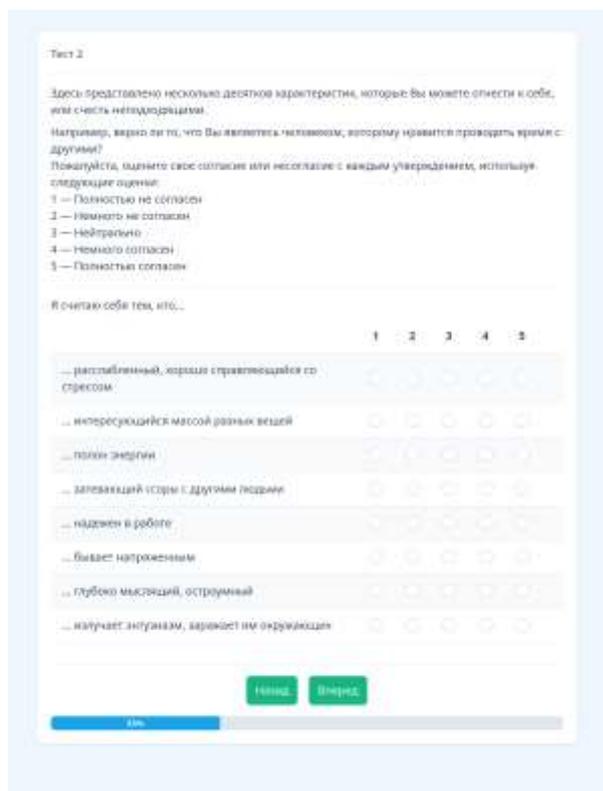


Рис. 5. Пример страницы психологического теста с матрицей вопросов

Собранные данные по результатам тестирования будут использованы для построения моделей, основанных на машинном обучении [1]. Критерием для включения тестов в батарею может служить значимость сформированных на основе шкал признаков для предсказания итоговой успеваемости студентов, которую можно получить с помощью методов перестановочной важности, SHAP, LIME и других. Таким образом, каждый используемый психологический тест будет добавлять один и более признаков к признаковому пространству, что может повысить качество прогноза итоговой успеваемости.

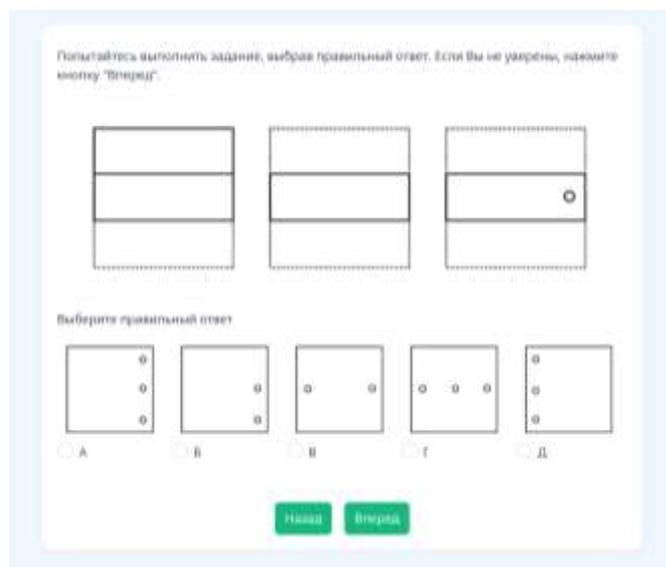


Рис. 6. Пример страницы психологического теста инструкцией к тесту, содержащей изображения как в вопросе, так и в вариантах ответа

Собранные данные по результатам тестирования будут использованы для построения моделей, основанных на машинном обучении [1]. Критерием для включения тестов в батарею может служить значимость сформированных на основе шкал признаков для предсказания итоговой успеваемости студентов, которую можно получить с помощью методов перестановочной важности, SHAP, LIME и других. Таким образом, каждый используемый психологический тест будет добавлять один и более признаков к признаковому пространству, что может повысить качество прогноза итоговой успеваемости.

#### IV. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе получена структура и подход к построению программно-технологического решения, предназначенного для учета успеваемости и результатов тестирования когнитивных способностей.

Разработана интегрируемая в образовательную среду

система сбора и хранения результатов психологических исследования. Выбран технологический стек, реализующий верифицированные средства онлайн тестирования. Предлагаемый подход дает возможности по расширению использования методов ИИ для текущего контроля, расширяя объемы анализируемых данных, как имеющихся в цифровых образовательных средах, так и результатами специализированного тестирования.

[15] Жигалов О.С., Ильин Д.Ю., Никульчев Е.В., Рогов И.Е. Интеграция инструментов психологического тестирования с модулем прогнозирования академической успеваемости в ИТ-образовании // Современные информационные технологии и ИТ-образование, vol. 21, no. 4, 2025. <<http://sitito.cs.msu.ru/index.php/SITITO/article/view/1272>>

#### БИБЛИОГРАФИЯ

- [1] Костина Л. М., Писаренко И. А., Николаева А. В. Модель организации образовательного процесса на основе идей индивидуализации и персонализации в условиях цифровой среды // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Акмеология образования. Психология развития. 2025. Т. 14, вып. 3 (55). С. 204-211. <https://doi.org/10.18500/2304-9790-2025-14-3-204-211>,
- [2] Alfredo R., Echeverria V., Jin Y., Yan L., Swiecki Z., Gašević D., Martinez-Maldonado, R. Human-centred learning analytics and AI in education: A systematic literature review // Computers and Education: Artificial Intelligence. 2024. Vol. 6. P. 100215.
- [3] Леохин Ю.Л., Дымкова С.С., Фатхулин Т.Д. Методы машинного обучения в прикладных задачах прогнозирования динамично изменяющихся данных // Т-Comm: Телекоммуникации и транспорт. 2025. Том 19. №8. С. 49-63.
- [4] Черных В.В., Балалаечников А.В. Оценка эффективности различных методов машинного обучения в прогнозировании успеваемости студентов. Социально-экономические и технические системы: исследование, проектирование, оптимизация. 2025;(3):231-241.
- [5] Bressane A. et al. Understanding the role of study strategies and learning disabilities on student academic performance to enhance educational approaches: A proposal using artificial intelligence // Computers and Education: Artificial Intelligence. – 2024. – Vol. 6. – P. 100196.
- [6] Бубнов Г.Г., Никульчев Е.В., Плужник Е.В. Опыт внедрения инновационных информационных технологий в образовательную деятельность // Высшее образование в России. 2015. № 1. С. 159-161.
- [7] Родионов О.В., Тамп Н.В. Технологии искусственного интеллекта в образовании // Воздушно-космические силы. Теория и практика. – 2022. – №. 22. – С. 64-74.
- [8] Сысоев П.В. Искусственный интеллект в образовании: осведомленность, готовность и практика применения преподавателями высшей школы технологий искусственного интеллекта в профессиональной деятельности // Высшее образование в России. – 2023. – Т. 32, №. 10. – С. 9-33.
- [9] Nikulchev E., Ilin D., Silaeva A., Kolyasnikov P., Belov V., Runtov A., Pushkin P., Laptev N., Alexeenko A., Magomedov S., Kosenkov A., Zakharov I., Ismatullina V., Malykh S. Digital Psychological Platform for Mass Web-Surveys // Data. 2020. Vol. 5. No. 4. P. 95 doi: 10.3390/data5040095
- [10] Никульчев Е.В., Д.Ю. Ильин, П.В. Колясников, В.И. Исмагуллина, И.М. Захаров, С.Б. Мальх Разработка открытой цифровой платформы масштабных психологических исследований // Вестник РФФИ. 2019. № 4 (104). С. 99-113
- [11] Nikulchev E, Ilin D, Kolyasnikov P, Magomedov S, Alexeenko A, Kosenkov AN, Sokolov A, Malykh A, Ismatullina V, Malykh S. Isolated sandbox environment architecture for running cognitive psychological experiments in web platforms // Future Internet. 2021. Vol. 13. No. 10. P. 245. <https://doi.org/10.3390/fi13100245>
- [12] Nikulchev E., Ilin D., Gusev A. Technology stack selection model for software design of digital platforms // Mathematics. 2021. Vol. 9. No. 4. P. 308, 1–12. <https://doi.org/10.3390/math9040308>
- [13] Мальх С. Б., Тихомирова Т. Н., Васин Г. М. Адаптация русскоязычной версии опросника "Большая пятерка-детский вариант" // Теоретическая и экспериментальная психология. – 2015. – Т. 8. – №. 4. – С. 6-12.
- [14] Esipenko E. A. et al. Comparing spatial ability of male and female students completing Humanities vs. technical degrees // Psychology in Russia: State of the art. – 2018. – Vol. 11. – No. 4. – P. 37-49.

# A software and technology solution for taking into account students' cognitive abilities in academic performance prediction systems

Oleg S. Zhigalov

**Abstract**— Educational information systems at universities include modules for collecting academic performance and attendance data, enabling their use in forecasting using machine learning methods. Results from psychological testing and cognitive ability analysis can be an important addition to this data set, as stress tolerance, motivation, and working memory significantly influence final academic performance. A design for an educational system with integrated psychological testing tools has been developed, designed for use in predicting academic performance. The data collection system is implemented as a battery of tests, each of which is presented as a web interface. A key feature of the psychological tests is the need to measure both the results themselves and reaction times. This can be implemented as web pages, with page refreshes after each response and local storage of results. A technology stack implementing verified online testing tools has been selected. The proposed solution is based on an approach that preloads materials and sends results upon completion of the entire psychological test. The result of this work is a software and technology solution designed to incorporate cognitive ability testing results to expand the feature space when constructing machine learning models for predicting student academic performance. This work has practical implications for developing the capabilities of university educational information systems.

**Keywords**— university educational information system, software and technology solution, psychological testing, cognitive abilities.

## REFERENCES

- [1] Kostina, L. M., Pisarenko, I. A., Nikolaeva, A. V. "A Model for Organizing the Educational Process Based on the Ideas of Individualization and Personalization in the Digital Environment," Bulletin of Saratov University. New Series. Series: Acmeology of Education. Developmental Psychology, vol. 14, no. 3 (55), pp. 204–211, 2025. [Rus]
- [2] Alfredo, R., Echeverria, V., Jin, Y., Yan, L., Swiecki, Z., Gašević, D., Martinez-Maldonado, R. "Human-centered learning analytics and AI in education: A systematic literature review," Computers and Education: Artificial Intelligence, vol. 6, p. 100215, 2024.
- [3] Leokhin Y.L., Dymkova S.S., Fatkhulin T.D. "Machine learning methods in applied problems of forecasting dynamically changing data," T-Comm: Telecommunications and transport, vol. 19, no. 8, pp. 49-63, 2025. [Rus]
- [4] Chernykh V. V., Balalaechnikov A. V. Evaluating the effectiveness of various machine learning methods in predicting student academic performance. Socio-economic and technical systems: research, design, optimization. 2025;(3):231-241. [Rus]
- [5] Bressane A. et al. "Understanding the role of study strategies and learning disabilities on student academic performance to enhance educational approaches: A proposal using artificial intelligence," Computers and Education: Artificial Intelligence, vol. 6, p. 100196, 2024.
- [6] Bubnov G.G., Nikulchev E.V., Pluzhnik E.V. "Experience of Implementing Innovative Information Technologies in Educational Activities," Higher Education in Russia, no. 1, pp. 159-161, 2015. [Rus]
- [7] Rodionov O.V., Tamp N.V. "Artificial Intelligence Technologies in Education," Aerospace Forces. Theory and Practice, no. 22, pp. 64-74, 2022. [Rus]
- [8] Sysoev P.V. "Artificial Intelligence in Education: Awareness, Readiness, and Practice of Applying Artificial Intelligence Technologies in Professional Activities by Higher School Teachers," Higher Education in Russia, vol. 32, no. 10, pp. 9-33, 2023. [Rus]
- [9] Nikulchev E., Ilin D. et al. "Digital Psychological Platform for Mass Web-Surveys," Data, vol. 5, no. 4, p. 95, 2020.
- [10] Nikulchev E. V., D. Y. Ilyin, P. V. Kolyasnikov, V. I. Ismatullina, I. M. Zakharov, S. B. Malykh "Development of an open digital platform for large-scale psychological research," Bulletin of the Russian Foundation for Basic Research, no. 4 (104), pp. 99-113, 2019. [Rus]
- [11] Nikulchev E, Ilin D, et al, "Isolated sandbox environment architecture for running cognitive psychological experiments in web platforms," Future Internet, vol. 13, no. 10, p. 245, 2021.
- [12] Nikulchev E., Ilin D., Gusev A. "Technology stack selection model for software design of digital platforms," Mathematics, vol. 9, no. 4, p. 308, 2021.
- [13] Malykh S. B., Tikhomirova T. N., Vasin G. M. "Adaptation of the Russian-language version of the Big Five questionnaire - children's version," Theoretical and experimental psychology, vol. 8, no. 4, pp. 6-12, 2015. [Rus]
- [14] Esipenko E. A. et al. "Comparing spatial ability of male and female students completing humanities vs. technical degrees," Psychology in Russia: State of the art, vol. 11, no. 4, pp. 37-49, 2018.
- [15] Zhigalov O. S., Ilyin D. Yu., Nikulchev E. V., Rogov I. E. "Integration of psychological testing tools with a module for predicting academic performance in IT education," Modern information technologies and IT education, vol. 21, no. 4, 2025. <<http://sitito.cs.msu.ru/index.php/SITITO/article/view/1272>> [Rus]

About of Author

**Oleg S. Zhigalov**, MIREA – Russian Technological University, Director of the Institute of Continuing Education, (e-mail: [jjigalov@mirea.ru](mailto:jjigalov@mirea.ru))  
<http://orcid.org/0009-0003-6841-4648>