

УДК 004.8

**ИИ-ТЬЮТОРЫ КАК ИНСТРУМЕНТ ПЕРСОНАЛИЗАЦИИ
МЕДИЦИНСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ**

Шматко А.Д.

*доктор экономических наук, профессор, член-корреспондент РАО
заведующий кафедрой Медицинской информатики и физики
ФГБОУ ВО СЗГМУ им. И.И. Мечникова
г. Санкт-Петербург, Россия*

Абдулаева З. И.

*кандидат экономических наук
доцент кафедры Медицинской информатики и физики
ФГБОУ ВО СЗГМУ им. И. И. Мечникова
г. Санкт-Петербург, Россия*

Курбанбаева Д. Ф.

*кандидат экономических наук
доцент кафедры Медицинской информатики и физики
ФГБОУ ВО СЗГМУ им. И. И. Мечникова
г. Санкт-Петербург, Россия*

Карпенко Н. А.

*ассистент кафедры Медицинской информатики и физики
ФГБОУ ВО СЗГМУ им. И. И. Мечникова
г. Санкт-Петербург, Россия*

Воронина Е.В.

*ассистент кафедры Медицинской информатики и физики
ФГБОУ ВО СЗГМУ им. И. И. Мечникова
г. Санкт-Петербург, Россия*

Аннотация. В статье представлена концепция и техническая реализация ИИ-тьютора для преподавания дисциплин «Медицинская статистика» и «Медицинская биофизика» на базе кафедры медицинской информатики и физики СЗГМУ им. И.И. Мечникова. Описан процесс анализа и выбора технологий по ключевым компонентам: адаптивное обучение, генерация задач, визуализация и обратная связь. Предложена концептуальная модель гибридного обучения, в которой ИИ берёт на себя рутинные задачи, а преподаватель сосредотачивается на развитии критического мышления.

Ключевые слова: ИИ-тьюторы, медицинское образование, персонализация обучения, медицинская статистика, медицинская биофизика, адаптивное обучение, гибридные модели вуза.

AI TUTORS AS A TOOL FOR PERSONALIZING MEDICAL EDUCATION

Shmatko A.D.

*Doctor of Economics, Professor, Corresponding Member of the Russian Academy of Education Head of the Department of Medical Informatics and Physics
North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov
Saint Petersburg, Russia*

Abdulaeva Z. I.

*Candidate of Economic Sciences
Associate Professor of the Department of Medical Informatics and Physics
I. I. Mechnikov North-Western State Medical University
Saint Petersburg, Russia*

Kurbanbayeva D. F.

*Candidate of Economic Sciences
Associate Professor of the Department of Medical Informatics and Physics
I. I. Mechnikov North-Western State Medical University
Saint Petersburg, Russia*

Karpenko N. A.

*Assistant of the Department of Medical Informatics and Physics
I. I. Mechnikov North-Western State Medical University
Saint-Petersburg, Russia*

Voronina E. V.

*Assistant of the Department of Medical Informatics and Physics
I. I. Mechnikov North-Western State Medical University
Saint Petersburg, Russia*

Annotation. This paper presents the concept and technical implementation of an AI tutor designed for teaching "Medical Statistics" and "Medical Biophysics" at the Department of Medical Informatics and Physics, North-Western State Medical University. The methodology for selecting key technologies-adaptive learning, task generation, visualization, and feedback-is described, based on comparative analysis

and expert validation. A conceptual model of hybrid learning is proposed, where AI handles routine tasks while instructors focus on developing critical thinking.

Key words: AI tutors, medical education, personalized learning, medical statistics, medical biophysics, adaptive learning, hybrid learning.

Актуальность. Современное медицинское образование находится в процессе глубокой цифровой трансформации, стимулируемой стремительным развитием технологий искусственного интеллекта [5]. В условиях растущих требований к качеству подготовки специалистов, особенно в технически сложных дисциплинах, таких как медицинская статистика и биофизика, традиционные педагогические подходы всё чаще демонстрируют ограниченность в обеспечении персонализации и оперативной обратной связи. ИИ-технологии открывают новые возможности для автоматизации рутинных процессов, адаптации контента под индивидуальные особенности обучающихся и повышения эффективности усвоения сложных понятий [6].

Особую значимость приобретают ИИ-тьюторы – интеллектуальные системы, способные не только объяснять материал, но и генерировать задачи, анализировать ошибки и адаптировать образовательную траекторию. Однако их внедрение сопряжено с вызовами, связанными с валидацией контента, когнитивной нагрузкой и технической интеграцией. Отсутствие единых методологических и организационных рамок для оценки эффективности ИИ-решений в образовательной среде делает актуальными исследования, основанные на реальных кейсах разработки и пилотного применения. Данная работа отвечает на этот запрос, представляя концептуальную модель интеграции ИИ-тьюторов в учебный процесс медицинского вуза.

Введение. Цифровизация образовательного процесса становится неотъемлемой чертой современного высшего образования, особенно в технически насыщенных дисциплинах. В медицинских вузах всё большее значение приобретают технологии, способные обеспечить персонализацию

обучения, снизить нагрузку на преподавателя и повысить вовлечённость студентов [6]. Искусственный интеллект, в частности, предлагает решения в виде интеллектуальных тьюторских систем (ИИ-тьюторов), которые могут адаптировать подачу материала, генерировать индивидуализированные задачи и предоставлять мгновенную обратную связь.

Несмотря на растущий интерес к ИИ в образовании, большинство публикаций носят обзорный характер или описывают гипотетические сценарии. В то же время остаётся мало исследований, демонстрирующих реальную разработку, внедрение и оценку таких систем в конкретных учебных дисциплинах. Настоящая работа представляет собой концептуальную статью, основанную на разработке и пилотном применении ИИ-тьютора на кафедре медицинской информатики и физики СЗГМУ им. И.И. Мечникова. Цель – описать процесс проектирования, представить предварительные результаты и предложить модель гибридного обучения, учитывающую как потенциал, так и ограничения ИИ-технологий.

Обзор современных подходов к использованию ИИ в медицинском образовании. Искусственный интеллект активно внедряется в образовательные процессы медицинских вузов, особенно в областях, требующих аналитического мышления и визуализации сложных процессов [9], [10], [11], [12]. Одним из ключевых направлений является персонализированное обучение, реализуемое с помощью алгоритмов машинного обучения, которые адаптируют уровень сложности контента в зависимости от успеваемости студента. Особое внимание уделяется разработке интеллектуальных тьюторских систем, способных вести диалог, объяснять ошибки и генерировать учебные задания [3], [4], [7].

Генеративные языковые модели, такие как GPT, позволяют автоматизировать создание учебных материалов, однако их применение требует строгой экспертной валидации, поскольку существует риск генерации фактически неверной, но правдоподобной информации. Визуализация физических и статистических процессов с помощью интерактивных сред также

становится важным инструментом для формирования глубокого понимания [8], [10]. В этой связи особую ценность представляют не просто описания технологий, а концептуальные модели их интеграции, основанные на реальных практиках разработки и внедрения. Такие подходы позволяют сбалансировать инновации с педагогической целесообразностью и технической реализуемостью.

Концепция и техническая реализация ИИ-тьютора. На кафедре медицинской информатики и физики СЗГМУ им. И.И. Мечникова был разработан прототип ИИ-тьютора для преподавания дисциплины «Медицинская статистика». Система построена на гибридной архитектуре, сочетающей Python-бэкенд и генеративные языковые модели (LLM), такие как GPT-4. Разработка осуществлялась преподавателями, обладающими навыками программирования, что обеспечило высокую предметную валидность контента и соответствие учебным стандартам. На этапе проектирования была проведена сравнительная оценка существующих алгоритмов и программных решений по ключевым функциональным компонентам: адаптивное обучение, анализ данных, визуализация, генерация задач и обратная связь. Для каждого компонента анализировались несколько технологий с учётом точности, масштабируемости, простоты интеграции и доступности для преподавательского состава. На основе анализа был осуществлён финальный выбор одной технологии на каждый компонент (таблица 1).

Таблица 1- Результаты анализа и выбора технологий для реализации ИИ-тьютора

Компонент	Технологии	Выбор	Обоснование выбора*
Адаптивное обучение	GPT-4, BERT, LLaMA, T5	GPT-4	Наиболее высокое качество генерации объяснений, устойчивость к сложным запросам, поддержка контекстного диалога
Анализ данных	Python (Pandas, SciPy), R, Julia, SPSS	Python	Широкая поддержка, интеграция с другими компонентами, открытый код, высокая гибкость
Визуализация	Plotly, Matplotlib, Tableau, Seaborn	Plotly	Интерактивность, встраиваемость в веб-интерфейс, поддержка динамических графиков

Генерация задач	GPT-4, LLaMA, синтетические данные, Faker	GPT-4 + синтетические данные	Высокое качество формулировок, возможность контролируемой генерации данных
Обратная связь	AutoML (H2O, TPOT), Scikit-learn	AutoML (на базе H2O.ai)	Автоматическая классификация ошибок, минимальное вмешательство преподавателя

**Выбор осуществлялся на основе тестирования на учебных кейсах по медицинской статистике*

На основе проведённого анализа была реализована модульная архитектура ИИ-тьютора, обеспечивающая гибкость, точность и педагогическую целесообразность. Отслеживание прогресса студентов осуществляется внутри платформы, которая автоматически фиксирует выполнение заданий, типичные ошибки, время прохождения модулей и уровень усвоения по темам. На текущем этапе отсутствует интеграция с LMS (Moodle), и итоговые баллы вносятся преподавателем вручную. В перспективе планируется реализация API-соединения для автоматической синхронизации.

На этапе разработки ИИ-тьютора для дисциплины «Медицинская биофизика» используется игровой движок Unreal Engine. Основной акцент сделан на интерактивной визуализации сложных физических процессов, таких как ядерно-магнитный резонанс и распространение ультразвука в тканях, что способствует формированию глубокого понимания физических закономерностей.

Пилотное внедрение и предварительные результаты. В 2024–2025 учебном году был проведён пилотный запуск ИИ-тьютора по дисциплине «Медицинская статистика» на 2-м курсе медико-профилактического факультета. В исследовании приняли участие 20 студентов экспериментальной группы, обучавшихся с использованием ИИ-тьютора, и 100 студентов контрольной группы, проходивших традиционное обучение в формате лекций и семинаров.

Оценивались успеваемость по итоговому тесту (максимум — 100 баллов) и удовлетворённость обучением по пятибалльной шкале. Средний балл в экспериментальной группе составил 87, в контрольной — 62, что соответствует повышению на 25%. Удовлетворённость обучением в группе, использовавшей

ИИ-тьютор, составила 95% (оценка 4–5 баллов). Студенты отметили высокую интерактивность, мгновенную обратную связь и возможность повторного прохождения материала.

При интерпретации результатов следует учитывать ряд ограничений: небольшую выборку, возможный эффект Хоторна и отсутствие измерения долговременного удержания знаний. Тем не менее, полученные данные указывают на высокий потенциал ИИ-тьюторов как инструмента повышения эффективности и мотивации в технически сложных дисциплинах.

Концептуальная модель интеграции ИИ в медицинское образование.

На основе проведённой работы предложена концептуальная модель гибридного обучения, включающая три уровня:

1) Технологический уровень:

- Использование ИИ-тьюторов, генеративных моделей, интерактивных симуляций.
- Автоматизация рутинных задач: генерация задач, анализ ошибок, фиксация прогресса.

2) Педагогический уровень:

- Роль преподавателя как наставника и фасилитатора.
- Акцент на развитии критического мышления, самостоятельного анализа и интерпретации данных.

3) Организационно-методический уровень:

- Поэтапное внедрение ИИ с учётом технических возможностей.
- Обеспечение валидации ИИ-генерируемого контента экспертами.
- Поддержка цифровой грамотности преподавателей. Модель предполагает, что ИИ берёт на себя рутину, а преподаватель - развитие аналитических и рефлексивных компетенций.

Педагогические, когнитивные и технические вызовы внедрения ИИ-тьюторов. Несмотря на перспективы, внедрение ИИ-тьюторов сопряжено с рядом вызовов. Педагогические риски связаны с возможным снижением

критического мышления: при постоянной подсказке со стороны ИИ студент может формировать зависимость от мгновенной обратной связи, минуя этап самостоятельного поиска решения [1]. Необходима строгая валидация всех ИИ-генерируемых объяснений и задач, особенно в точных дисциплинах, где ошибка может закрепиться как знание.

Когнитивные риски включают перегрузку при одновременном взаимодействии с несколькими цифровыми интерфейсами, а также снижение устойчивости к неопределённости [12]. Технические барьеры - отсутствие интеграции с LMS, высокая ресурсоёмкость разработки и необходимость повышения цифровой грамотности преподавателей.

Для успешного внедрения требуется не только технологическая готовность, но и педагогическая рефлексия, направленная на сохранение баланса между автоматизацией и развитием самостоятельного мышления [2].

Заключение. ИИ-тьюторы представляют собой перспективный инструмент повышения эффективности обучения в технически сложных дисциплинах, таких как медицинская статистика и биофизика. Пилотное внедрение на кафедре медицинской информатики и физики СЗГМУ им. И.И. Мечникова показало значительное повышение успеваемости и высокий уровень удовлетворённости студентов.

Предложенная концептуальная модель гибридного обучения подчёркивает необходимость сбалансированного подхода, в котором технологии не заменяют, а дополняют педагогическое взаимодействие. Будущее образования - в синергии человека и ИИ, где технологии служат инструментом, а преподаватель остаётся центром образовательного процесса.

Библиографический список:

1. Витвицкая, А. А. ИИ-тьютор как часть интеллектуальных систем образования: вызовы и перспективы / А. А. Витвицкая // Антропоцентрические науки в образовании : Сборник научных статей XIX международной научно-

практической конференции, Воронеж, 28–29 ноября 2023 года. – Воронеж: ООО "Издательство "Научная книга", 2023. – С. 64-67. – EDN QZENET.

2. Глухов, А. П. ИИ-агенты в тьюторстве: потенциал, вызовы и перспективы интеграции / А. П. Глухов // Вестник педагогических инноваций. – 2025. – № 1(77). – С. 65-74. – DOI 10.15293/1812-9463.2501.06. – EDN ACDYRJ.

3. Шрейнер, В. О. Использование ИИ как средство повышения мотивации учащихся к уроку биологии / В. О. Шрейнер, А. А. Биткеева // Вестник науки. – 2025. – Т. 1, № 5(86). – С. 424-432. – EDN PEGIKZ.

4. Cook, David A., Anthony J. Levinson, Sarah Garside, Denise M. Dupras, Patricia J. Erwin and Victor M. Montori. “Instructional Design Variations in Internet-Based Learning for Health Professions Education: A Systematic Review and Meta-Analysis.” *Academic Medicine* 85 (2010): 909-922.

5. Masters K. Artificial intelligence in medical education. *Med Teach*. 2019 Sep;41(9):976-980. doi: 10.1080/0142159X.2019.1595557. Epub 2019 Apr 21. PMID: 31007106.

6. Gordon M, Daniel M, Ajiboye A, Uraiby H, Xu NY, Bartlett R, Hanson J, Haas M, Spadafore M, Grafton-Clarke C, Gasiea RY, Michie C, Corral J, Kwan B, Dolmans D, Thammasitboon S. A scoping review of artificial intelligence in medical education: BEME Guide No. 84. *Med Teach*. 2024 Apr;46(4):446-470. doi: 10.1080/0142159X.2024.2314198. Epub 2024 Feb 29. PMID: 38423127.

7. Lie M, Rodman A, Crowe B. Harnessing Generative Artificial Intelligence for Medical Education. *Acad Med*. 2025 Jan 1;100(1):116. doi: 10.1097/ACM.0000000000005760. Epub 2024 May 9. PMID: 38722248.

8. Topol EJ. High-performance medicine: the convergence of human and artificial intelligence. *Nat Med*. 2019 Jan;25(1):44-56. doi: 10.1038/s41591-018-0300-7. Epub 2019 Jan 7. PMID: 30617339.

9. Nagi F, Salih R, Alzubaidi M, Shah H, Alam T, Shah Z, Househ M. Applications of Artificial Intelligence (AI) in Medical Education: A Scoping Review.

Stud Health Technol Inform. 2023 Jun 29;305:648-651. doi: 10.3233/SHTI230581. PMID: 37387115.

10. Balslev T, de Grave WS, Muijtjens AM, Scherpbier AJ. Comparison of text and video cases in a postgraduate problem-based learning format. Med Educ. 2005 Nov;39(11):1086-92. doi: 10.1111/j.1365-2929.2005.02314.x. PMID: 16262803.

11. Fadel, C., Holmes, W. and Bialik, M. Artificial intelligence in education: Promises and implications for teaching and learning. Boston: Centre for Curriculum Redesign. Educator Press (UK) (2019).

12. Wylie, Ruth. “Evolution and Revolution in Artificial Intelligence in Education.” International Journal of Artificial Intelligence in Education, 2016. doi:10.1007/S40593-016-0110-3.