

Применения искусственного интеллекта в хирургии

Низомходжаев Шамсиддин Заиниддинович доктор медицинских наук,
доцент. **Ташкентский международный университет Кимё в Ташкенте.**

Рустамов Акмал Сухробович доктор технических наук, профессор.
Ташкентский международный университет Кимё в Ташкенте.

Хужаев Баходир Абдуллохонович свободный соискатель.

Ташкентский международный университет Кимё в Ташкенте.

Саатова Умида Миржалоловна ассистент кафедры по хирургическое
навыки

Ташкентский международный университет Кимё в Ташкенте.

Искусственный интеллект (ИИ) стремительно развивается в сфере здравоохранения, однако его применение в хирургии всё ещё находится на относительно ранней стадии. Появление foundation-моделей, носимых технологий и совершенствование инфраструктуры хирургических данных способствуют быстрому развитию ИИ-инструментов и расширению их возможностей. Мы обсуждаем, как созревающие методы ИИ могут улучшить исходы лечения, повысить качество хирургического образования и оптимизировать организацию хирургической помощи. Кроме того, рассматриваются текущие применения глубокого обучения и перспективы его развития с использованием мультимодальных foundation-моделей.

ИИ активно внедряется в медицину, и многочисленные исследования подтверждают, что по эффективности он может превосходить или дополнять работу специалистов-людей при выполнении отдельных диагностических и клинических задач[1,2,3]. Одномодальные модели ИИ с контролируемым обучением получили широкое распространение при интерпретации медицинских изображений, особенно в радиологии, где они демонстрируют высокие результаты в распознавании сложных паттернов [3,4]. Однако хирургия остаётся областью, где внедрение ИИ развивается медленнее, несмотря на значительный потенциал [5]. Ежегодно в мире выполняется более 330 миллионов хирургических операций, при этом растут очереди на плановое вмешательство[6,7] и нагрузка на хирургическую инфраструктуру[8]. Сохраняются существенные глобальные различия в доступе к хирургической

помощи, частоте осложнений и смертности после осложнений (то есть неспособности «спасти» пациента) [9,10,11,12,13]. Для улучшения результатов лечения необходим комплексный подход к укреплению хирургических систем: расширение доступа к хирургии, повышение качества подготовки хирургов, совершенствование диагностики и лечения послеоперационных осложнений, а также оптимизация работы медицинских учреждений.

До недавнего времени минимально инвазивная хирургия была ключевым фактором улучшения хирургических исходов: она снижала частоту послеоперационных инфекций, длительность госпитализации и уровень боли, ускоряла восстановление и заживление. Существенный вклад внесли также программы ускоренного восстановления[14], улучшение отбора пациентов, развитие адьювантных методов и органосберегающие подходы. Сейчас наступает эпоха, когда методы, основанные на данных, будут играть всё более значимую роль в дальнейшем повышении качества хирургической помощи[15]. Инструменты ИИ обладают потенциалом улучшить каждый аспект хирургического процесса:

- **до операции** — оптимизация отбора пациентов и предоперационной подготовки;
- **во время операции** — повышение качества выполнения процедур, совершенствование рабочих процессов в операционной и взаимодействия команды;
- **после операции** — снижение частоты осложнений, уменьшение смертности от осложнений, улучшение наблюдения за пациентами.

Заключение: В настоящее время применение ИИ в хирургии преимущественно ограничено одномодальными методами глубокого обучения. Существенный прогресс в архитектуре нейросетей связан с появлением трансформеров, которые обеспечили значительные преимущества благодаря параллелизации вычислений[16] и высокой масштабируемости, позволяющей моделям обрабатывать большие объёмы данных. Эти технологии стали фундаментом для развития мультимодального ИИ и foundation-моделей, имеющих значительный потенциал для применения в хирургии.

Современные направления внедрения ИИ включают прогнозирование клинических рисков[17,18]., автоматизацию и компьютерное зрение в роботизированной хирургии[19], интраоперационную диагностику[20,21], совершенствование хирургического обучения[22], послеоперационный

мониторинг с использованием продвинутых сенсорных систем[23,24], управление ресурсами[25], планирование выписки[26] и многое другое. Цель настоящего обзора — представить современное состояние применения ИИ в хирургии и обозначить ключевые направления, определяющие дальнейшее развитие этой области.

Список литературы

1. Wallace, M. B. и др. Влияние искусственного интеллекта на частоту пропуска неоплазий толстой кишки. *Gastroenterology* 163, 295–304.e5 (2022).
2. Sharma, P. & Hassan, C. Искусственный интеллект и глубокое обучение для выявления неоплазий верхних отделов желудочно-кишечного тракта. *Gastroenterology* 162, 1056–1066 (2022).
3. Aerts, H. J. W. L. Потенциал фенотипирования на основе радиомики в персонализированной медицине: обзор. *JAMA Oncology* 2, 1636–1642 (2016).
4. Esteva, A. и др. Руководство по глубокому обучению в здравоохранении. *Nature Medicine* 25, 24–29 (2019).
5. COVIDSurg Collaborative. Прогнозирование влияния COVID-19 на плановую хирургию. *Lancet* 399, 233–234 (2022).
6. Weiser, T. G. и др. Оценка глобального объёма хирургии в 2012 году: исследование для улучшения результатов здравоохранения. *Lancet* 385, S11 (2015).
7. Meara, J. G. & Greenberg, S. L. M. Комиссия Lancet по глобальной хирургии. Глобальная хирургия 2030: доказательства и решения для обеспечения здоровья, благополучия и экономического развития. *Surgery* 157, 834–835 (2015).
8. Alkire, B. C. и др. Глобальный доступ к хирургической помощи: моделирование. *Lancet Global Health* 3, e316–e323 (2015).
9. Grönroos-Korhonen, M. T. и др. Несостоятельность спасения после реоперации по поводу серьёзных осложнений плановой и экстренной колоректальной хирургии: многоцентровое популяционное когортное исследование. *Surgery* 172, 1076–1084 (2022).
10. GlobalSurg Collaborative. Смертность при экстренной абдоминальной хирургии в странах с высоким, средним и низким уровнем дохода. *British Journal of Surgery* 103, 971–988 (2016).
11. GlobalSurg Collaborative & NIHR Global Health Research Unit on Global Surgery. Глобальные различия в послеоперационной смертности и



осложнениях после онкологической хирургии: многоцентровое когортное исследование в 82 странах. *Lancet* 397, 387–397 (2021).

12. GlobalSurg Collaborative. Инфекции области хирургического вмешательства после операций на ЖКТ в странах с разным уровнем дохода: проспективное международное многоцентровое когортное исследование. *Lancet Infectious Diseases* 18, 516–525 (2018).

13. Paton, F. и др. Эффективность и внедрение программ ускоренного восстановления после хирургии: быстрый анализ доказательств. *BMJ Open* 4, e005015 (2014).

14. Vedula, S. S. & Hager, G. D. Наука о хирургических данных: новая область знаний. *Innovative Surgical Sciences* 2, 109–121 (2017).

15. Kaddour, J. и др. Проблемы и применения больших языковых моделей. Препринт: arXiv (2023).

16. Bonde, A. и др. Оценка полезности глубоких нейронных сетей для прогнозирования послеоперационных осложнений: ретроспективное исследование. *Lancet Digital Health* 3, e471–e485 (2021).

17. Gögenur, I. Введение прогностических моделей на основе машинного обучения в периоперационную практику. *British Journal of Surgery* 110, 533–535 (2023).

18. Mascagni, P. и др. Компьютерное зрение в хирургии: от потенциала к клинической ценности. *NPJ Digital Medicine* 5, 163 (2022).

19. Wijnberge, M. и др. Влияние системы раннего предупреждения интраоперационной гипотензии на основе машинного обучения на степень и длительность гипотензии при плановой некардиальной хирургии: рандомизированное клиническое исследование HYPE. *JAMA* 323, 1052–1060 (2020).

20. Kalidasan, V. и др. Беспроводные биоэлектронные швы для мониторинга глубоких хирургических ран. *Nature Biomedical Engineering* 5, 1217–1227 (2021).

21. Fazlollahi, A. M. и др. Влияние обучения с использованием искусственного интеллекта по сравнению с обучением экспертов на освоение студентами медицинских симулированных хирургических навыков: рандомизированное клиническое исследование. *JAMA Network Open* 5, e2149008 (2022).



22. Wells, C. I. и др. Носимые устройства для мониторинга восстановления после абдоминальных операций: обзор. *BJS Open* 6, zrac031 (2022).
23. Dawes, A. J. и др. Мобильные технологии для удалённого домашнего мониторинга после хирургии: метаанализ. *British Journal of Surgery* 108, 1304–1314 (2021).
24. Loftus, T. J. и др. Искусственный интеллект и хирургическое принятие решений. *JAMA Surgery* 155, 148–158 (2020).
25. Safavi, K. C. и др. Разработка и валидация модели машинного обучения для улучшения процессов выписки после стационарной хирургической помощи. *JAMA Network Open* 2, e1917221 (2019).