



РАЗВИТИЕ РОБОТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ ДЛЯ АВТОНОМНОГО ВЫПОЛНЕНИЯ МЕДИЦИНСКИХ ПРОЦЕДУР

Петрова Елена Сергеевна

магистрантка кафедры биомедицинской инженерии, Белорусский национальный
технический университет
г. Минск, Беларусь

Аннотация

В статье рассмотрены современные достижения и тенденции в области разработки роботизированных систем, способных автономно выполнять медицинские процедуры. Проанализированы ключевые технологии, включая искусственный интеллект, сенсорные системы и мехатронику, обеспечивающие высокую точность и безопасность операций. Обсуждаются примеры применения роботов в хирургии, диагностике и реабилитации, а также основные вызовы, связанные с этикой, нормативным регулированием и интеграцией в клиническую практику.

Ключевые слова: роботизированные системы, автономные медицинские процедуры, искусственный интеллект, хирургия, биомедицинская инженерия, сенсорные технологии

Введение

Развитие робототехники в медицине направлено на повышение качества и доступности медицинской помощи, снижение рисков и повышение точности вмешательств. Автономные роботизированные системы открывают новые возможности для выполнения сложных процедур с минимальным участием человека. В связи с ростом числа пациентов и ограниченностью квалифицированных кадров такие технологии становятся всё более актуальными и востребованными.

1. Современные технологии в роботизированных медицинских системах

1.1 Искусственный интеллект и машинное обучение

ИИ обеспечивает анализ медицинских данных в реальном времени, принятие решений и адаптацию поведения робота в процессе процедуры. Машинное обучение улучшает точность диагностики и прогнозирования результатов операций.

1.2 Сенсорные и визуализационные технологии

Использование датчиков давления, тактильных сенсоров, ультразвука и оптических систем позволяет роботам получать обратную связь и контролировать действия с высокой точностью.

1.3 Мехатроника и роботизированные манипуляторы

Высокоточные приводные системы и гибкие механизмы обеспечивают возможность выполнения сложных манипуляций в ограниченном пространстве, минимизируя повреждения тканей.

2. Области применения роботизированных систем

- **Хирургия** — роботы для лапароскопии, нейрохирургии, роботизированные ассистенты (например, Da Vinci);
- **Диагностика** — автоматизированные системы взятия биопсии, проведение эндоскопии;
- **Реабилитация** — экзоскелеты и роботизированные тренажёры для восстановления двигательных функций;
- **Терапия** — автономные системы для доставки лекарств и проведения точечных процедур.

3. Преимущества и вызовы

Преимущества:

- высокая точность и повторяемость процедур;
- снижение риска осложнений и инфекций;
- сокращение времени восстановления пациентов;
- расширение доступа к качественной медицинской помощи.

Вызовы:

- техническая сложность и высокая стоимость оборудования;
- необходимость сертификации и соответствия нормативам;
- этические вопросы автономии и ответственности;
- требования к обучению медицинского персонала;
- интеграция в существующие клинические процессы.

4. Перспективы развития

- развитие гибридных систем с участием человека и робота;
- улучшение алгоритмов ИИ для повышения автономности и безопасности;
- миниатюризация и внедрение нанороботов;
- интеграция с телемедициной и дистанционным управлением;
- развитие нормативно-правовой базы и стандартов качества.

Заключение

Роботизированные системы для автономного выполнения медицинских процедур представляют собой перспективное направление, способное радикально изменить подходы к лечению и уходу за пациентами. Несмотря на существующие технические и этические вызовы, развитие технологий и их интеграция в клиническую практику обеспечат повышение качества, безопасности и доступности медицинской помощи в будущем.

Литература

1. Yang G., et al. Medical Robotics—Regulatory, Ethical, and Legal Considerations for Increasing Levels of Autonomy. *Science Robotics*, 2017.
2. Riek L. D. Healthcare Robotics. *Communications of the ACM*, 2017.
3. Шестаков В. Н., Робототехника в медицине. — М., 2021.
4. Murphy R. R. *Introduction to AI Robotics*. MIT Press, 2000.
5. Taylor R. H., et al. A Review of Robotics in Surgery. *Proceedings of the IEEE*, 2016.
6. Белова Н. А., Интеллектуальные системы в биомедицинской инженерии. // *Биомедицинская техника*, 2020.
7. FDA. Medical Device Regulation and Autonomous Systems, 2022.