

ЦИФРОВЫЕ ДВОЙНИКИ В ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ

И. А. Карачун

кандидат экономических наук, доцент, заведующий кафедрой цифровой экономики, Белорусский государственный университет, Минск, Республика Беларусь, e-mail: karachun@bsu.by

В статье рассмотрено понятие цифровых двойников в здравоохранении, включая предлагаемую архитектуру и варианты использования. Выявлены открытые исследовательские проблемы и потенциальные решения.

Ключевые слова: цифровой двойник; медицинские информационные системы; здравоохранение; искусственный интеллект.

DIGITAL TWINS IN HEALTHCARE INFORMATION SYSTEMS

I. A. Karachun

PhD in economics, associate professor, head of the department of digital economy, Belarusian State University, Minsk, Republic of Belarus, e-mail: karachun@bsu.by

The article discusses the concept of digital twins in healthcare, including the proposed architecture and use cases. Open research problems and potential solutions have been identified.

Keywords: digital twin; medical information systems; healthcare; artificial intelligence.

Цифровой двойник – это цифровое представление физического объекта (системы), которое позволяет моделировать его поведение, производительность и характеристики. Эта технология обладает потенциалом в широком спектре отраслей, от производства и логистики до здравоохранения и городского планирования. Сама концепция цифрового двойника возникла в обрабатывающей промышленности, где она использовалась для оптимизации проектирования и эксплуатации сложных систем, таких как авиационные двигатели и промышленное оборудование, а сейчас применение уже включает инфраструктуру, здания и даже целые города. Одним из ключевых преимуществ цифровых двойников является их способность предоставлять данные в режиме реального времени и получать представление о поведении объекта, что позволяет мгновенно выявлять проблемы, обеспечивать упреждающее обслуживание и оптимизацию системы. Например, в городском планировании можно использовать цифровых двойников для моделирования и оптимизации проектирования и эксплуатации целых городов, включая транспортные системы, энергетические сети и общественные службы, что поможет городам стать более эффективными, устойчивыми и пригодными для жизни.

В здравоохранении цифровые двойники могут быть использованы для моделирования и оптимизации процедур ухода за пациентами, снижая риск врачебных ошибок и улучшая результаты, для оптимизации проектирования и эксплуатации

медицинских учреждений – больниц и поликлиник. Моделируя и оптимизируя поток пациентов, персонала и ресурсов внутри учреждения, можно повысить эффективность, сократить время ожидания и повысить удовлетворенность пациентов. Ключевым преимуществом цифровых двойников в здравоохранении является их способность поддерживать удаленный мониторинг и телемедицину. Предоставляя в режиме реального времени данные о жизненно важных показателях здоровья пациента, цифровые двойники могут позволить поставщикам медицинских услуг дистанционно контролировать больных и оказывать им помощь удаленно, уменьшая потребность в личных посещениях и повышая доступность медицинской помощи.

В последние годы значительно возросло использование цифровых медицинских услуг, таких как персонализированная медицина, телемедицина и интеллектуальное управление питанием. К этим сервисам часто предъявляются разнообразные требования, и для их эффективного функционирования требуются интеллектуальная аналитика и самоподдерживающиеся сети, обеспечивая эффективное управление ресурсами и минимальное взаимодействие со стороны конечных пользователей или сетевых операторов.

На данный момент разрабатываются системы мониторинга симптомов COVID-19 на основе цифровых двойников, использующие мобильные телефоны для сбора данных, которые передаются в цифровую копию каждого человека, хранящуюся в облаке. Этот цифровой двойник постоянно обновляется на основе данных измерений, получаемых в режиме реального времени от датчиков и других устройств, и анализируется с использованием методов машинного обучения и искусственного интеллекта для определения состояния здоровья человека. Система также использует технологию блокчейн для обеспечения конфиденциальности данных, которыми можно поделиться в исследовательских целях с согласия отдельного лица. Цель системы – обеспечить раннюю диагностику и предотвратить распространение заболевания путем разработки протокола наблюдения за пациентами и лицами, находящимися в группе риска [1]. Решения во время эпидемии принимаются на основе фактов об эпидемической ситуации, собственного опыта и знаний должностных лиц системы здравоохранения. Ситуационная осведомленность играет важную роль в принятии правильных решений – восприятие элементов окружающей среды, понимание их значений и прогнозирование ситуаций ближайшего будущего в терминах времени и пространства. Поэтому на начальном этапе специалистам необходимо собирать различные типы данных об эпидемии, например, характеристики вируса, доля инфицированных людей и их географическое положение, демографическая структура населения, количество больничных коек и аппаратов искусственной вентиляции легких. Эксперты оценивают меры по предотвращению распространения эпидемии, используя свой собственный опыт и эти данные.

Сердечно-сосудистые заболевания являются главной причиной заболеваемости и смертности от неинфекционных заболеваний во всем мире. Во многих случаях эффективная неотложная помощь и стратегии управления факторами риска, основанные на данных эпидемиологических исследований и клинических испытаний, улучшили выживаемость и качество жизни, но примерно половина всех случаев инфаркта миокарда и инсульта происходит у пациентов, которые не соответствуют критериям для лечения, снижающего уровень холестерина, и наоборот, дорогостоящая профилактическая терапия с потенциальными побочными

эффектами может назначаться без необходимости. Поэтому улучшение результатов лечения в кардиологии требует лучшего понимания индивидуальной восприимчивости и прогноза [2].

Основанные на данных подходы к оценке рисков и лечению занимают центральное место в целях точной медицины, которая стремится модернизировать традиционные методы здравоохранения, предоставляя раннюю индивидуальную терапию, учитывающую молекулярные, генетические, физические характеристики и данные об окружающей среде. ИТ-технологии и достижения биомедицины позволяют консолидировать и анализировать большие объемы данных из широкого спектра источников с использованием сетей передачи данных. Медицинский цифровой двойник создает виртуальную копию человека для получения молекулярных, физиологических данных пациента и данных об образе жизни, что позволяет прогнозировать риски и проводить индивидуальное лечение. Искусственный интеллект помогает связать кибернетическую, физическую сферы и область данных. Двойники могут быть созданы на различных уровнях, включая все тело, отдельный орган или клеточный уровень, могут использоваться для изучения конкретных состояний, таких, например, как рак или интенсивная терапия. Цифровой двойник человека может быть скопирован и протестирован с помощью различных методов лечения, чтобы определить оптимальное вмешательство. Объединяя цифровые копии многих людей с различными генетическими, биомедицинскими профилями и образом жизни, можно создать популяционную базу данных для профилактики или клинических испытаний в качестве альтернативы длительным и дорогостоящим исследованиям на животных и людях.

С ростом и старением населения возрастает потребность в высококачественных медицинских услугах и использовании информационных технологий в медицине. Концепция «умного здравоохранения» [3] направлена на решение проблем, с которыми сталкивается современное здравоохранение, с помощью таких подходов как использование цифровых двойников, Интернета вещей и мобильной медицины. В целом, применение цифровых двойников в здравоохранении может изменить способ оказания медицинской помощи, обеспечив более персонализированный, действенный и результативный уход. По мере развития технологий цифровые двойники будут приобретать все большее распространение, предоставляя ценные данные и аналитическую информацию, которые можно использовать для оптимизации ухода за пациентами и улучшения результатов лечения.

Библиографические ссылки

1. *Karaarslan E., Aydin D.* An artificial intelligence-based decision support and resource management system for COVID-19 pandemic // *Data Science for COVID-19*. Ed. : Kose U., Gupta D., C. de Albuquerque V. H., Khanna A. Academic Press. 2021. P. 25–49. doi: 10.1016/B978-0-12-824536-1.00029-0.

2. *Coorey G., Figtree G. A., Fletcher D. F., Redfern J.* The health digital twin: advancing precision cardiovascular medicine // *Nature Reviews Cardiology*. 2021. № 18 (12). P. 803–804. doi: 10.1038/s41569-021-00630-4.

3. *Volkov I., Radchenko G., Tchernykh A.* Digital Twins, Internet of Things and Mobile Medicine: A Review of Current Platforms to Support Smart Healthcare // *Programming and Computer Software*. 2021. № 47 (8). P. 578–590. doi: 10.1134/S0361768821080284.