

# ИННОВАЦИОННЫЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ IT-ТЕХНОЛОГИЙ В МЕДИЦИНСКИХ ИЗДЕЛИЯХ ДЛЯ РЕАБИЛИТАЦИИ

УДК 378; 614.2; 615.072

**Герцик Ю.Г.<sup>1,2</sup>, Иванова Г.Е.<sup>3,4</sup>, Омельченко И.Н.<sup>1</sup>, Герцик Г.Я.<sup>5</sup>**

<sup>1</sup>Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, Москва, Россия

<sup>2</sup>Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научно-клинический центр реаниматологии и реабилитологии», Москва, Россия

<sup>3</sup>Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова, г. Москва, Россия

<sup>4</sup>Общероссийская общественная организация содействия развитию медицинской реабилитологии «Союз реабилитологов России», Москва, Россия

<sup>5</sup>ООО «Кибернетический Мир», Москва, Россия

## INNOVATIVE ASPECTS OF IT-TECHNOLOGY APPLICATION IN MEDICAL PRODUCTS FOR REHABILITATION

**Gertsik Yu.G.<sup>1,2</sup>, Ivanova G.E.<sup>3,4</sup>, Omelchenko I.N.<sup>1</sup>, Gertsik G.Ya.<sup>5</sup>**

<sup>1</sup>Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russia

<sup>2</sup>Federal Research and Clinical Center of Intensive Care Medicine and Rehabilitology, Moscow, Russia

<sup>3</sup>Russian National Research Medical University. N.I. Pirogov, Moscow, Russia

<sup>4</sup>All-Russian Public Organization for the Promotion of Medical Rehabilitology "Union of Rehabilitologists of Russia", Moscow, Russia

<sup>5</sup>LLC Cybernetic World, Moscow, Russia

### Введение

Медицинская реабилитация сегодня востребована, практически во всех областях медицины: от неврологии до кардиологии и онкологии. Все большую значимость это направление приобретает как за рубежом, так и в России [1]. Развиваются такие направления как роботизированная механотерапия [2,3], применение экзоскелетов [4]. Разработка и внедрение высокотехнологичных, в ряде случаев, инновационных медицинских и технических решений могут базироваться на логистической концепции сочетанного применения принципов комплексного управления материальными и нематериальными (финансовыми, энергетическими, трудовыми и т.п.) потоками с максимальным использованием интеграции и информационных технологий, что особо важно для обеспечения взаимодействия специалистов [5]. Исходя из того, что логистическая концепция предполагает анализ, синтез, и оптимизацию потоково-процессных производственно-сервисных, в том числе, медицинских структур, в статье рассмотрены некоторые вопросы информационных технологий, позволяющие более качественно обеспечивать как профессиональные лечебно-диагностические возможности разрабатываемых изделий, так и высокие требования по сохранению здоровья пациентов при их эксплуатации. Непременным является соблюдение процессного подхода и для предприятий-производителей, миссией которых является разработка, производство, техническое обслуживание и метрологическое обеспечение высокотехнологичных медицинских изделий (МИ), включаю-

щих, роботизированные системы для реабилитации больных с нарушениями двигательной активности, характеризующихся высокоточным обеспечением необходимого функционала и повышенными требованиями к безопасности эксплуатации, как в клинических, так и в домашних условиях, в том числе, путем применения дистанционных и телемедицинских технологий [6, 7].

### Цифровизация реабилитационного процесса

При этом применение информационных телемедицинских систем для съема информации и управления терапевтическим воздействием в процессе медицинской реабилитации позволяет не только оптимизировать процессы диагностики и лечения, но и реализовать функции удаленного доступа от пациента к врачу и от врача к пациенту. Для эффективной реализации поставленной задачи, целесообразно ориентировать разработчиков МИ, включая медицинских соисполнителей, на использование передовых информационных технологий уже на этапе проектирования, с целью их модернизации в процессе лабораторных технических, доклинических и клинических исследований. Медицинских сотрудников необходимо ознакомить с принципами функционирования и возможностями применяемых аппаратно – программных решений эксплуатируемых или предназначенных для эксплуатации роботизированных комплексов для реабилитации [2–4], что, частично, отражено и в этой работе.

Одним из принципов реализации технологии телемедицины и цифровизации процедур роботизированной

механотерапии может быть применение современных информационных решений на базе создания аппаратно-программного комплекса с регистром единого централизованного информационного хранилища данных о результатах регистрации и управления проводимыми тренировками/исследованиями и процедурами медицинской реабилитации. Регистр должен обладать необходимой надежностью для предотвращения возникновения критических ситуаций в процессе его эксплуатации. К критическим ситуациям в данном случае следует отнести искажение и потерю информации, а также несанкционированный доступ к ней. Следовательно, необходимо, чтобы регистр удовлетворял повышенным требованиям, предъявляемым к безопасности и доступности обрабатываемой в нем информации, касающихся персональных данных пациента и состояния его здоровья.

Программное обеспечение комплекса должно быть разработано также с учетом актуальных требований по эргономике и удобству эксплуатации. К числу таких требований можно отнести следующие:

- использование графического пользовательского интерфейса, доступного и общепринятого в медицинских учреждениях;
- соответствие пользовательского интерфейса стандартам, принятым в операционной среде MS Windows;
- организация диалога на базе окон, при этом в окне могут использоваться: кнопки, поля, списки, переключатели, панели, полосы прокрутки, формы, количество и функциональное назначение которых определяется медицинскими соисполнителями.

Для обеспечения информационного обмена со сторонними информационными системами (с использованием веб-сервисов) программный комплекс должен обеспечивать поддержку стандарта XML и возможность разработки xml-шаблонов файлов. Таким образом, в процессе взаимодействия между информационными системами комплекса на передающей системе будет генерироваться специальный xml-файл с требуемой информацией. Посредством веб-сервисов произойдет обмен данными, где на целевой информационной системе сформированный внешний файл будет соответствовать заданному шаблону, а, содержащиеся в нем данные, будут загружены в информационную систему комплекса. Аналогично, должен быть предусмотрен обратный процесс с передачей данных из внешней информационной системы в систему аппаратно-программного комплекса, что обеспечит непрерывную информационную, в том числе, телеметрическую связь врача реабилитолога с пациентом.

Гармонизация информации осуществляется путем выгрузки/копирования данных из региональных подсистем регистра в центральное хранилище данных (во временный/резервный сегмент через процедуру аутентификации и контроля прав доступа для ответственных лиц, уполномоченных на проведение исследований, процедур реабилитации и сбор данных по регистрируемым физиологическим параметрам). Полученные результаты во временном сегменте проходят проверку соответствия и непротиворечивости информации. В случае наличия ошибок генерируется протокол проверки с указанием выявленных ошибок, протоколируемый врачом – реабилитологом, что минимизирует недостоверность медико-биологической информации. При повторной передаче данных процедура проверки повторяется

до отсутствия ошибок (автоматического снятия признака наличия ошибок). В процессе эксплуатации комплекса должен выполняться формально-логический контроль данных регистра комплекса по ряду критериев, таких, например, как проверка целостности данных (обязательное наличие необходимых связей с другими таблицами базы данных), проверка несовпадения данных в хранилище и в загружаемой базе, приоритет загружаемых данных (проверка соответствующих полей) и т.д. с целью увеличения информационной безопасности аппаратно-программного комплекса и его компонентов. Эти процессы выполняются автоматически, но специалист по реабилитации должен уметь их контролировать.

Необходимо принятие ряда дополнительных условий, направленных на формирование условий, максимально исключающих возможности любого несанкционированного доступа к результатам исследований. Так как в разрабатываемом комплексе возможно использование веб-сервисов, то существенно облегчается управление уровнем информационной безопасности (потому что все операции между компонентами комплекса происходят в защищенной от доступа извне среде, соответственно, все операции с внешними системами осуществляются через защищенный веб-сервис). Исходя из указанного, целесообразным является разделение политики информационной безопасности на составляющие: а) обеспечение безопасности от пользователя: пациента/оператора или от любой внешней информационной системы до сервера комплекса и б) обеспечение безопасности внутри комплекса. На стороне пользователя защита информации выполняется средствами комплекса, поскольку непосредственно работа с информацией происходит в нем, то безопаснее всего данные операции выполнять именно на сервере комплекса. В разработке предполагается, что, компоненты аппаратно-программного комплекса могут работать в составе единой вычислительной сети, построенной по технологии Интернет/Инtranет. В качестве основного средства связи между компонентами комплекса должна быть использована локальная сеть, построенная по технологии Ethernet. Кроме того, целесообразно предусмотреть возможность работы функционально законченных компонентов комплекса в разных локальных вычислительных сетях медучреждений и пациентов. В качестве базового протокола сетевого и межсетевого взаимодействия можно использовать протокол TCP/IP (Transfer Control Protocol/Internet Protocol, протокол управления передачей/интернет-протокол). Для взаимодействия аппаратно-программного комплекса в части обмена данными с внешними информационными системами могут быть разработаны форматы обмена данными в виде xml-шаблонов. В этом случае, обмен будет происходить при формировании xml-файла с необходимыми данными, передачи его во внешнюю информационную систему (или наоборот из внешней – в систему комплекса) с последующим анализом файла и загрузкой информации в банк данных пациента. При проектировании аппаратно-программного реабилитационного комплекса необходимо полагать, что он будет использоваться в круглосуточном режиме, с учетом перерывов на проведение технического обслуживания в течение не более 2-х часов в сутки с учетом графика реабилитации. При проектировании и разработке комплекса в нем должны быть заложены принципы масштабирования и дальнейшего развития. Под масштабированием будем понимать возможное увеличение количества обрабатываемой информации и пользователей. Под

развитием в данной работе понимается создание новых программных средств, на основе уже имеющихся, с целью удовлетворения потребностей пользователей (врачей-реабилитологов и пациентов). Программное обеспечение комплекса должно представлять компьютерную программу для выполнения поставленных требований. Ядро программы можно построить на базе операционной системы семейства Windows и промышленной СУБД MS-SQL, позволяющих решить поставленные задачи медицинской реабилитации [1–4].

### Выводы:

С целью эффективной эксплуатации высокотехнологичных медицинских изделий для реабилитации целесообразно проведение дополнительного обучения медицинских специалистов и организация для них практических занятий [8].

Составление медико-технических требований к сложным медицинским изделиям, возможно только на основе совместной деятельности медицинских и технических специалистов [5], что обеспечит клиническую эффективность и безопасность разработки.

### Список литературы:

1. Иванова, Г.Е. Медицинская реабилитация в России. Перспективы развития. // Г.Е. Иванова // Consilium Medicum №02,1.-P2016. – С. 9–13.
2. Белокопытова С. В. Роботизированная механотерапия в нейрореабилитации для восстановления функции ходьбы [Текст] // Медицина и здравоохранение: материалы III Междунар. науч. конф. (г. Казань, май 2015 г.). – Казань: Бук, 2015. – С. 97–98. – URL: <https://moluch.ru/conf/med/archive/154/7427/> (дата обращения: 09.12.2018).
3. Герцик Ю.Г., Омельченко И.Н. Концепция и методология формирования организационно-экономической устойчивости и конкурентоспособности системы интегрированных предприятий медицинской промышленности/М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, монография, 2016. – 323 с.
4. D. Kuhn, B. Freyberg-Hanl. Exoskelet: Therappiesystem oder Hilfstittel zum Behinderungsausgleich/Trauma und Berufskrankheit, September, 2018, Volum 20, Supplement 4, p.p. 254–259
5. G. Morone, S. Paolucci, A. Cherubini, D. De Angelis, P. Coiro, Marco losa. Robot-assisted gait training for and perspectives of robotics/ Neuropsychiatr Dis Treat, 2017, 13, P. 1303–1311
6. Бойцов, С.А. Реалии и перспективы дистанционного мониторинга артериального давления у больных с артериальной гипертензией/ С.А. Бойцов/ Терапевтический архив, 2018, № 01. – С. 34–42
7. Повышение эффективности эксплуатации роботизированных систем для медицинской реабилитации путем внедрения информационно-телекоммуникационных технологий / О.Э. Карпов [и др.] / – Менеджер здравоохранения. – 2016. – №6. – С. 34–42
8. Иванова, Г.Е., Рагуткин, А.В. и др. Повышение эффективности эксплуатации высокотехнологичных медицинских изделий путем расширения компетенций медицинских работников в общетехнических, информационных и телемедицинских технологиях/Вестник восстановительной медицины, 2018. – №1 (83). – С. 61–68.

### References:

1. Ivanova, G.E. Medical rehabilitation in Russia. Development Prospects / G.E. Ivanova // Consilium Medicum №02,1.-P2016. – p. 9–13.
2. Belokopytov S.V. Robotic mechanotherapy in neurorehabilitation to restore the function of walking [Text] // Medicine and Healthcare: Proceedings of the III Intern. scientific conf. (Kazan, May 2015). – Kazan: Beech, 2015. – p. 97–98. – URL: <https://moluch.ru/conf/med/archive/154/7427/> (access date: 09.12.2018).
3. Gertsik Yu.G., Omelchenko I.N. The concept and methodology for the formation of organizational and economic sustainability and competitiveness of the system of integrated enterprises of the medical industry / M.: MSTU. N.E. Bauman, monograph, 2016. – 323 p.
4. D. Kuhn, B. Freyberg-Hanl. Exoskelet: Therappiesystem oder Hilfstittel zum Behinderungsausgleich / Trauma und Berufskrankheit, September, 2018, Volum 20, Supplement 4, pp. 254–259
5. G. Morone, S. Paolucci, A. Cherubini, D. De Angelis, P. Coiro, Marco losa. Neuropsychiatr Dis Treat, 2017, 13, P. 1303–1311
6. Boytsov, S.A. The realities and prospects of remote monitoring of blood pressure in patients with arterial hypertension / C.A. Fighters / Therapeutic Archive, 2018, No. 01. – p. 34–42
7. Improving the efficiency of operation of robotic systems for medical rehabilitation through the introduction of information and telecommunication technologies / O.E. Karpov [et al.] / – Health care manager. – 2016. – №6. – WITH. 34–42
8. Ivanova, G.E., Ragutkin, A.V. and others. Increasing the efficiency of operation of high-tech medical devices by expanding the competences of medical workers in general technical, information and telemedicine technologies / Bulletin of restorative medicine, 2018.-№ 1 (83). – P. 61–68.

### РЕЗЮМЕ

В настоящее время все большее значение в медицинской практике отводится методикам и медицинским изделиям для реабилитации. Применение новейших способов реабилитации с использованием роботизированной механотерапии, экзоскелетов, расширение методик неинвазивной стимуляции в области неврологии требует более углубленных представлений о возможностях и перспективах развития таких направлений, как дистанционный съем физиологических параметров и технологии телемедицины. Новые информационные технологии и нормативная база позволяют существенно повысить эффективность взаимодействия врача и пациента. При этом, необходимо учитывать все требования в области безопасности эксплуатации современного оборудования для реабилитации и защиты персональных данных, а также других требований национального и международного законодательства.

**Ключевые слова:** медицинская реабилитация, цифровизация здравоохранения, телемедицина, механотерапия, базы данных

### ABSTRACT

Currently, increasingly important in medical practice is given to methods and medical devices for rehabilitation. The use of new methods of rehabilitation using robotic mechanotherapy, exoskeleton, expansion of non-invasive stimulation techniques in the field of neuroscience requires more in-depth understanding of the possibilities and prospects for the development of such areas as remote sensing of physiological parameters and telemedicine technology. New information technologies and regulatory framework can significantly improve the efficiency of interaction between the doctor and patient. At the same time, it is necessary to take into account all requirements in the field of safety of operation of

modern equipment for the rehabilitation and protection of personal data, as well as other requirements of national and international legislation.

**Keywords:** medical rehabilitation, digitalization of health care, telemedicine, mechanotherapy, databases

**Контакты:**

**Герцик Юрий Генрихович.** E-mail: gerzik@mail.ru