

Научная статья

УДК 004.415:616.8-08

<https://doi.org/10.35266/1999-7604-2024-4-7>



## Современные информационные технологии в амбулаторной реабилитации неврологических пациентов

Эдмон Гарникович Тунян<sup>1✉</sup>, Варвара Борисовна Тютюнник<sup>2</sup>,  
Ростислав Станиславович Сазиков<sup>3</sup>, Тарас Владимирович Гавриленко<sup>4</sup>

<sup>1,2</sup>Сургутский государственный университет, Сургут, Россия

<sup>3,4</sup>Сургутский филиал научно-исследовательского центра «Курчатовский институт», Сургут, Россия

<sup>1</sup>[tunyan@edro.su](mailto:tunyan@edro.su)✉, <https://orcid.org/0009-0003-3260-1310>

<sup>2</sup>[vari0200@yandex.ru](mailto:vari0200@yandex.ru), <https://orcid.org/0009-0005-3180-5367>

<sup>3</sup>[sazikov@edro.su](mailto:sazikov@edro.su), <https://orcid.org/0009-0005-0078-0013>

<sup>4</sup>[taras.gavrilenko@gmail.com](mailto:taras.gavrilenko@gmail.com), <https://orcid.org/0000-0002-3243-2751>

**Аннотация.** Интеграция современных информационных систем и цифровых технологий в медицинские учреждения снижает затраты, повышает качество оказываемых медицинских услуг, расширяет их доступность и позволяет сэкономить время для врачей. Отдельное внимание уделяется реабилитации пациентов с неврологическими отклонениями в период амбулаторного лечения, которые требуют тщательного мониторинга и корректировки лечебно-восстановительных процедур. Существующие решения в основном требуют специализированной аппаратуры, которые не поддерживаются на территории Российской Федерации или не предоставляют нужный функционал для сотрудников медицинских учреждений. Цель данного исследования – выявить практики, которые помогут улучшить процесс диагностики и мониторинга состояния неврологических пациентов посредством разработки методов и алгоритмов сопровождения неврологических пациентов, которые соответствуют российским стандартам (ГОСТ) и нормативно-правовым актам.

В статье выполнен обзор существующих методов диагностики и постановки диагнозов врачами-неврологами, а также инструментов для автоматизации процесса мониторинга состояния пациентов в период амбулаторного лечения. На основе выполненного анализа сделано описание к системе, разработаны функциональные и нефункциональные требования, включающие такие характеристики, как безопасность, надежность, удобство использования и совместимость с другими медицинскими системами. Для примера рассмотрена система «НейроДом», позволяющая осуществлять дистанционный мониторинг и поддержку пациентов посредством веб-приложения, интегрированного с носимыми устройствами и мобильными приложениями.

Результаты исследования показывают, что информационные системы обеспечивают более точную диагностику, повышают эффективность мониторинга пациентов в период реабилитации и позволяют выполнить корректировку назначенного лечения. Это в конечном счете ведет к повышению качества жизни неврологических пациентов и повышает эффективность и доступность оказываемой медицинской помощи в период амбулаторного лечения.

**Ключевые слова:** информационная система, нейрореабилитация, амбулаторное лечение, мониторинг состояния, амбулаторное сопровождение, качество жизни пациентов, программное обеспечение, телемедицина, ГОСТ

**Для цитирования:** Тунян Э. Г., Тютюнник В. Б., Сазиков Р. С., Гавриленко Т. В. Современные информационные технологии в амбулаторной реабилитации неврологических пациентов // Вестник кибернетики. 2024. Т. 23, № 4. С. 69–82. <https://doi.org/10.35266/1999-7604-2024-4-7>.

Original article

## Modern information technologies in outpatient rehabilitation of neurological patients

Edmond G. Tunyan<sup>1✉</sup>, Varvara B. Tyutyunnik<sup>2</sup>, Rostislav S. Sazikov<sup>3</sup>, Taras V. Gavrilenko<sup>4</sup>

<sup>1,2</sup>Surgut State University, Surgut, Russia

<sup>3,4</sup>Surgut Branch of the National Research Centre “Kurchatov Institute”, Surgut, Russia

<sup>1</sup>tunyan@edro.su✉, <https://orcid.org/0009-0003-3260-1310>

<sup>2</sup>vari0200@yandex.ru, <https://orcid.org/0009-0005-3180-5367>

<sup>3</sup>sazikov@edro.su, <https://orcid.org/0009-0005-0078-0013>

<sup>4</sup>taras.gavrilenko@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-3243-2751>

**Abstract.** The integration of modern information systems and digital technologies in medical institutions helps to reduce costs, improve the quality of medical services, expand their accessibility, and save time for doctors. We give special attention to the rehabilitation of patients with neurological disorders during outpatient treatment, requiring careful monitoring and adjustment of therapeutic and restorative procedures. Existing solutions mainly rely on specialized equipment that is either not supported by the Russian Federation or does not provide the necessary functionality for medical personnel. The aim of this study is to identify practices that can improve the process of diagnosis and monitoring of neurological patients by developing methods and algorithms for supporting neurological patients that comply with Russian standards (GOST) and regulatory legal acts.

The article reviews current neurologist diagnostic methods and tools for automated patient monitoring during outpatient treatment. The analysis produced a system description and the development of functional and non-functional requirements, including safety, reliability, user-friendliness, and compatibility with other medical systems. The NeuroDom system, for example, enables remote patient monitoring and support through a web application that integrates with wearable and mobile applications.

The results of the study show that information systems ensure more accurate diagnosis, increase the efficiency of patient monitoring during rehabilitation, and enable adjustments to the prescribed treatment, ultimately leading to an improved quality of life for neurological patients and enhancing the efficiency and accessibility of medical care during outpatient treatment.

**Keywords:** information system, neurorehabilitation, outpatient treatment, condition monitoring, outpatient support, patient quality of life, software, telemedicine, GOST

**For citation:** Tunyan E. G., Tyutyunnik V. B., Sazikov R. S., Gavrilenko T. V. Modern information technologies in outpatient rehabilitation of neurological patients. *Proceedings in Cybernetics*. 2024;23(4):69–82. <https://doi.org/10.35266/1999-7604-2024-4-7>.

### ВВЕДЕНИЕ

С каждым годом вместе с развитием информационных систем и цифровых технологий растет и внедрение их в медицинские учреждения. Согласно данным N3.Health, подобные системы существенно минимизируют затраты и повышают качество оказываемых медицинских услуг, обеспечивают более широкую доступность, сокращают время работы самого врача [1].

Для качественной реабилитации после заболеваний или травм функций нервной систе-

мы необходимо длительный период выполнять реабилитационные процедуры, которые в основном выходят за рамки стационарного лечения.

На данный момент имеющиеся информационные системы либо направлены на их использование вместе с специализированным оборудованием, либо не поддерживаются на территории Российской Федерации, либо не покрывают весь спектр необходимого врачам функционала [2].

### Анализ предметной области

Исследование и разработка методов и алгоритмов для диагностики и лечения пациентов с использованием современных технологий растет с каждым годом во всем мире.

Большинство медицинских задач довольно эффективно решаются при помощи информационных систем, которые разрабатываются не только для помощи медицинским работникам, но и для упрощения и облегчения жизни пациентов.

Например, в Российской Федерации для пациентов существует множество онлайн-сервисов для консультаций с детскими и взрослыми врачами разных специализаций (СберЗдоровье, Яндекс.Здоровье, ONDOC, Доктор Рядом), для записи на прием к специалисту (SmartMed, Инфодоктор, Инфодоктор), также есть онлайн-агрегаторы аптек для поиска нужных препаратов (Аптеки «2 ГИС»).

Согласно результатам анализа данных исследования «Глобальное бремя болезней, травм и их факторов риска», представленным в журнале *Lancet Neurology*, в 2021 г. более 3 миллиардов человек в мире страдают неврологическими заболеваниями и их число с каждым годом растет. Согласно «Межсекторальному глобальному плану действий по борьбе

с эпилепсией и другими неврологическими расстройствами на 2022–2031 гг.» (МГПД), неврологические заболевания являются одной из ведущих причин смертности и инвалидности в мире, вызывая около 9 миллионов смертей в год. Увеличивается бремя этих заболеваний, особенно в странах с низким и средним уровнем дохода, где доступ к лечению и диагностике остается ограниченным.

Долю пациентов, для которых проводится терапия и для которых она неэффективна, отражают данные (рис. 1), среди них лидируют именно неврологические заболевания.

### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

#### Методы тестирования и постановки диагнозов

Для понимания, как сопровождать неврологических пациентов в «темный период», требуется как понимание патофизиологии заболеваний, так и сочетание разных методов и оценок симптомов пациентов. Течение многих неврологических заболеваний является сложно предсказуемым; так, у одного пациента процесс реабилитации идет быстро, а у другого с такими же симптомами возникают осложнения. Для эффективной постановки диагноза и определения динамики течения

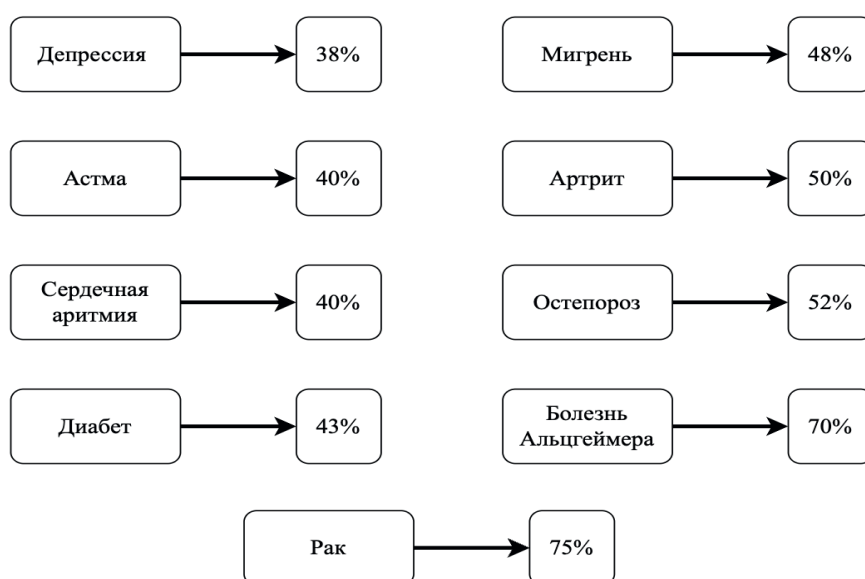


Рис. 1. Доля пациентов, проходящих терапию, которая была неэффективна

Примечание: составлено авторами на основе данных из информационно-аналитического издания «Вместе против рака» [3].

заболеваний необходимо использовать комплексный подход, сочетание клинических обследований и практик с современными цифровыми технологиями и датчиками.

Первым этапом диагностики неврологических пациентов является оценка рефлексов. Врач-невролог проводит различные тесты для проверки поверхностных и глубоких рефлексов, а также оценивает чувствительность и силу произвольных движений. Например, силу мышц можно определить как вручную, путем противодействия определенным простым действиям, так и используя динамометр. Используя полученные результаты, можно сделать классификации по международной шкале от 0 до 5, это поможет определить степень пареза или паралича.

В зависимости от симптомов выделяют нарушения центрального и периферического генеза, и для каждого из этих типов необходимо провести специфическое тестирование. Например, центральный паралич можно выявить с помощью таких методов, как проба Барре, Будды и Мингаццини, в то время как для периферических нарушений актуально определение атрофии и гипотонии мышц. Также необходимо обращать внимание на развитие непривычных рефлекторных движений (например, одновременное или вторичные движения пораженной руки при кашле или чихании), которые, в свою очередь, указывают на проблему, связанную с работой головного мозга.

Разберем для примера диагностику паркинсонизма, который является вторым по распространенности неврологическим заболеванием после болезни Альцгеймера, она в основном поражает пожилое население. Болезнь Паркинсона отличается такими симптомами, как замедленная речь (брадилалия), снижение двигательной активности (олигокинезия), маскообразное лицо (гипомимия), поза «просителя» и др. Для выявления состояния пациентов используются разные типы функциональных тестов – это диадохокинез, проверка письменного навыка, громкость звучания голоса. Тщательное внимание уделя-

ется перемещению пациента: вставанию его со стула, развороту на 180 градусов, так как это играет важную роль при постановке диагноза и выборе метода лечения.

При постановке диагноза неврологических заболеваний используется множество инструментальных методов исследования. В их числе электроэнцефалография (ЭЭГ), магнитно-резонансная томография (МРТ) и компьютерная томография (КТ), все они являются обязательными при комплексном обследовании. Данные технологии используются для определения точного места поражения и трудно обнаруживаемых изменений, которые сложно выявить во время медицинского осмотра. Применение таких методов диагностики, как нейровизуализация, в частности при МРТ, стало стандартом при диагностике таких заболеваний, как рассеянный склероз, опухоли головного и спинного мозга, эпилепсия и др.

Для выявления разных видов нарушений используются следующие тесты. Когнитивные нарушения оцениваются с помощью нескольких видов шкал, одним из них является Монреальская шкала оценки когнитивных функций (MoCA). Данная шкала включает различные аспекты когнитивных способностей, включая навыки зрительно-моторной координации, сосредоточенность, внимание, речь, запоминание, арифметические способности, восприятие времени и пространства. Наивысший результат теста составляет 30 баллов, результат в 26 баллов и выше принято считать нормой. Для более глубокого анализа эмоционального состояния пациента используется Госпитальная шкала тревоги и депрессии HADS (Hospital Anxiety and Depression Scale), состоящая из 14 вопросов, направленных на выявление признаков тревожных и депрессивных расстройств. В зависимости от итогов тестирования пациенты классифицируются по следующим категориям: отсутствие симптомов (0–7 баллов), латентные проявления (8–10 баллов) и ярко выраженные клинические симптомы (11 и более баллов). Для общего определения когнитив-

ного состояния познавательных функций применяется Краткая шкала оценки психического статуса MMSE (Mini-Mental State Examination), которая оценивает такие показатели, как ориентация в пространстве, внимание, память и вербальные навыки. Баллы по данной шкале варьируются от 0 до 30, где значения от 0 до 9 показывают на тяжелую деменцию, 10–20 – на умеренную, 21–24 – на легкую, а 25–30 – сохранность когнитивных способностей.

Для оценки координационных нарушений, таких как проблемы с равновесием, используется Шкала Берг (Berg Balance Scale). Данная шкала состоит из 14 тестов, нацеленных на оценку возможностей пациента выполнять различные действия, такие как вставание со стула, повороты, ходьба, удержание равновесия. Каждый тест оценивается по шкале от 0 до 4 баллов, где 0 означает невозможность выполнять задание, а 4 – его полное выполнение. Наивысший показатель – 56 баллов. Результаты меньше 20 баллов указывают на необходимость использования инвалидного кресла, в то время как диапазон от 21 до 40 баллов говорит о том, что пациенту необходима помощь при ходьбе, а резуль-

тат от 41 до 56 баллов показывает на полную независимость при перемещении. Для более подробной оценки ходьбы и баланса используется Dynamic Gait Index (DGI), который определяет способность пациента перемещаться в затрудненных условиях, включая изменение скорости, перешагивание препятствий и повороты (рис. 2). Наилучший результат по этой шкале составляет 24 балла. Лица, проходящие лечение и набравшие от 0 до 18 баллов, относятся к группе высокого риска падения, от 19 до 24 баллов – к группе с низким риском падения.

Шкала Берг и DGI также используются для оценки двигательных дисфункций, но дополнительно применяется Международная согласованная оценочная шкала атаксии ICARS (International Cooperative Ataxia Rating Scale). Данная шкала была разработана с целью определения степени выраженности атаксии – нарушения координации, обусловленной повреждением мозжечка. Шкала ICARS предназначена для оценивания нескольких аспектов состояния пациента, включая позу и походку, способность выполнять конкретные движения, нарушения речи и нарушения глазодвигательной функции. Баллы варьируют-

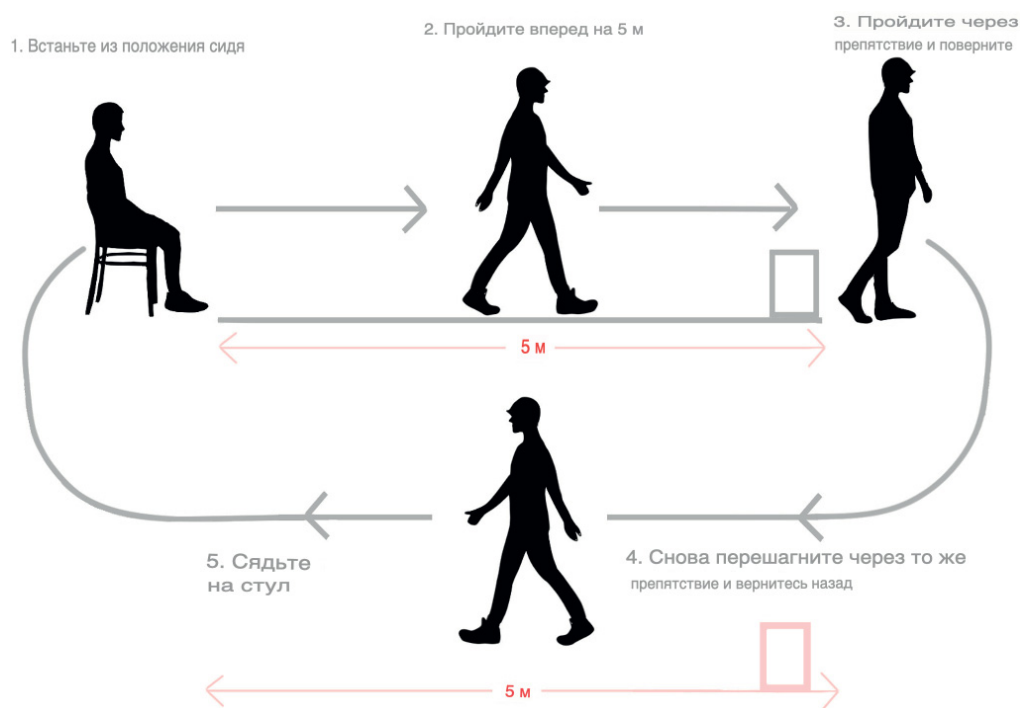


Рис. 2. Тест на преодоление препятствий у людей с инсультом  
Примечание: составлено по источнику [4].

ся от 0 до 100: баллы от 0 до 10 соответствуют легкой атаксии, от 10 до 25 – умеренной, от 25 до 50 – выраженной, от 50 до 80 – резко выраженной, а результат от 80 до 100 указывает на существенное ограничение мобильности, когда пациент прикован к постели.

Нарушения мелкой моторики кистей рук оцениваются при помощи теста 9-Hole Peg Test (9НРТ), который определяет скорость выполнения мелких моторных движений. Тест оценивает функции верхних конечностей, пациент для этого должен выполнить движения с небольшими предметами за ограниченное время. Чтобы определить функциональное состояние нижних конечностей, применяется тест Timed 25-Foot Walk Test (25FT), при этом фиксируется время, за которое пациент проходит 25 футов, или примерно 8 метров, что позволяет оценить его физические способности и способность к передвижению.

Применение данных тестов в системе удаленного мониторинга неврологических пациентов позволяет врачам не только точно устанавливать диагноз, степень и характер нарушений у пациентов, но и эффективно анализировать динамику и их состояние в процессе реабилитации, что помогает оперативно корректировать лечение.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

### Инструменты для автоматизации мониторинга динамики реабилитации

Современные технологии выполняют важную роль при реабилитации неврологических пациентов, они как собирают и обрабатывают данные о состоянии пациентов, так и могут вносить корректировку в процесс реабилитации пациентов в реальном времени. Максимальную эффективность демонстрируют системы, объединяющие телемедицинские платформы, датчики и мобильные приложения, что позволяет осуществлять дистанционный мониторинг и оценку прогресса пациентов в реальном времени на всех этапах реабилитации.

Для примера рассмотрим систему «НейроДом», являющуюся одним из ключевых решений в области автоматизации процесса дистанционного мониторинга пациентов. Она разработана на основе авторских методик, ориентированных на восстановление двигательных и когнитивных функций пациентов [5]. Данная система представляет собой веб-приложение, обеспечивающее выполнение восстановительных процедур в домашних условиях с непрерывным мониторингом состояния пациента и оперативной связью с врачом (рис. 3).

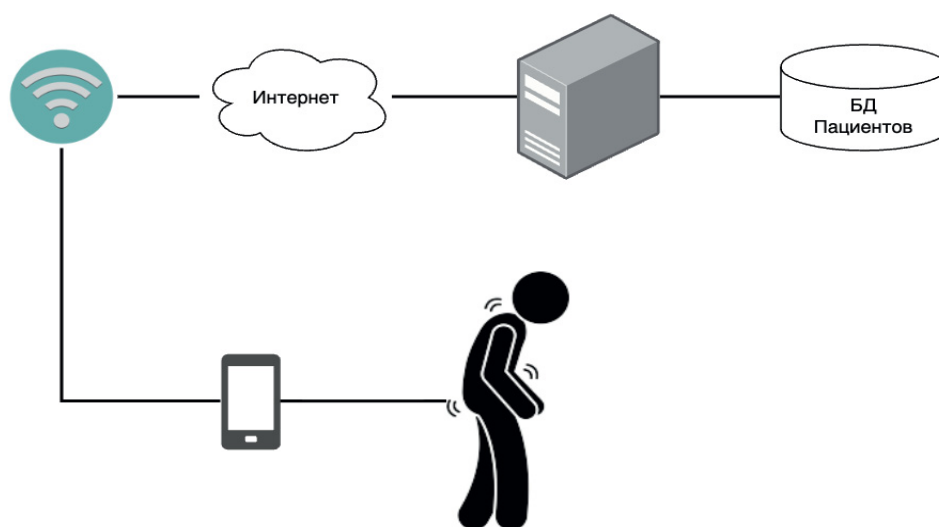


Рис. 3. Тест на преодоление препятствий у людей с инсультом

Примечание: составлено авторами на основе руководства для врачей по нейрореабилитации [5].

Портал «НейроДом» обеспечивает такие функциональные возможности, как отслеживание динамики состояния пациентов. Для оценки система применяет международные шкалы, такие как Berg Balance Scale, Dynamic Gait Index и ICARS. Это позволяет отслеживать динамику реабилитации и вносить корректировку в процесс реабилитации в зависимости от текущих показателей. Сбор данных о состоянии пациента осуществляется при выполнении упражнений и тестов. Пациент вводит показатели, такие как артериальное давление, пульс до начала заданий, а система фиксирует выполнение упражнений и выявляет потенциальные проблемы, приостанавливая выполнение упражнений при превышении допустимых значений показателей состояния организма. Система предоставляет врачам возможность назначать индивидуальные комплексы упражнений и осуществлять контроль за их выполнением, а пациентам дает доступ к видеоинструкциям и обратной связи. В случае затруднений при выполнении упражнений пациентом может отправить уведомление, которое поможет врачу определить причины затруднений и внести необходимые корректировки в реабилитационную программу.

Таким образом, телемедицинские платформы позволяют обеспечивать удаленный контроль за состоянием пациентов и вносить изменения в программу реабилитации в режиме реального времени. Взаимодействие с такими системами помогает поддерживать постоянный контроль пациента со стороны врача, что особенно важно в период амбулаторного лечения. Носимые устройства и сенсоры являются необходимым дополнением к телемедицинским системам, обеспечивают непрерывный мониторинг состояния физиологических показателей реабилитируемого, таких как пульс, активность и артериальное давление. Эти устройства позволяют врачам оперативно реагировать на изменение состояния пациента и корректировать лечение. Мобильные приложения для пациентов становятся незаменимой частью в процессе реабилитации, предоставляя легкий доступ

к инструкциям и информации о динамике. Подобные системы способствуют соблюдению лечебных рекомендаций и облегчают мониторинг пациента. Средства анализа и визуализации показателей обеспечивают оперативное получение данных и их интерпретацию для врачей. Визуализация физиологических показателей пациентов в виде графиков и отчетов позволяет легко отслеживать прогресс и оперативно принимать решение о корректировке программы.

#### **Требования к программному обеспечению**

Во время разработки программного обеспечения для сопровождения неврологических пациентов в период амбулаторного лечения необходимо учитывать требования, гарантирующие его корректную работоспособность, надежность, безопасность и выполнение действующих стандартов и законодательства Российской Федерации. Ниже описаны основные требования к программному обеспечению с перечислением соответствующих ГОСТов.

##### 1. Функциональные требования:

– организация электронных медицинских записей (ЭМЗ), приложение должно обеспечивать функционал ввода, хранения и управления данными пациентов, включая анамнез, результаты обследований, диагнозы и назначения врача. ГОСТ Р 52636-2006 «Информационные технологии в здравоохранении. Электронная история болезни. Общие положения» [6];

– мониторинг физиологических показателей, реализация функций сбора данных о состоянии пациента как вручную, так и посредством интеграции с носимыми устройствами и сенсорами. ГОСТ Р 52633.4-2011 «Информационные технологии в здравоохранении. Функциональные модели электронных медицинских записей. Часть 4. Функциональные профили» [7];

– назначение и контроль выполнения реабилитационных программ, возможность врача назначать индивидуальные комплексы упражнений и отслеживать их выполнение пациентом;

– обеспечение коммуникации между пациентом и медицинским персоналом, встроенный чат или система сообщений для оперативного взаимодействия;

– обучающие материалы и справочная информация, предоставление пациентам доступа к образовательным материалам о заболевании, методах лечения и реабилитации;

– система напоминаний, автоматические напоминания о приеме лекарств, выполнении упражнений и запланированных визитах к врачу;

– поддержка мультипользовательского режима, возможность работы с приложением несколькими специалистами одновременно при соблюдении конфиденциальности данных;

– персонализация интерфейса, настройка интерфейса под индивидуальные потребности пользователя (размер шрифта, цветовая схема и т. д.);

– интеграция с электронными медицинскими системами, обеспечение взаимодействия с существующими медицинскими информационными системами лечебно-профилактических учреждений. ГОСТ Р 55062-2012 «Информационные технологии в здравоохранении. Взаимодействие медицинских информационных систем. Общие положения» [8];

– отчеты и аналитика, формирование отчетов о состоянии пациента, динамике лечения, статистических данных для анализа эффективности терапии.

## 2. Нефункциональные требования:

### 2.1. Надежность и отказоустойчивость

– высокая доступность системы, обеспечение непрерывной работы приложения с минимальным временем простоя. ГОСТ Р 51897-2002 «Надежность программного обеспечения. Общие требования и рекомендации» [9];

– механизмы резервирования, реализация резервного копирования данных и возможность восстановления системы после сбоев.

### 2.2. Безопасность и конфиденциальность

– защита персональных данных, соответствие требованиям Федерального закона № 152-ФЗ «О персональных данных». Реали-

зация аутентификации и авторизации пользователей, шифрование данных при передаче и хранении. Постановление Правительства РФ от 01.11.2012 № 1119 «Об утверждении требований к защите персональных данных при их обработке в информационных системах персональных данных» [10];

– криптографическая защита информации, использование сертифицированных средств криптографической защиты информации (СКЗИ). ГОСТ 28147-89 «Системы обработки информации. Защита криптографическая. Алгоритм криптографического преобразования» [11];

– регистрация и аудит событий, ведение журнала событий системы для отслеживания действий пользователей и обнаружения несанкционированного доступа. ГОСТ Р 57580.1-2017 «Безопасность финансовых (банковских) операций. Защита информации финансовых организаций. Общие положения» [12].

### 2.3. Удобство использования (юзабилити)

– интуитивно понятный интерфейс, дизайн приложения должен быть понятен пользователям с различным уровнем компьютерной грамотности, включая пожилых пациентов. ГОСТ Р ИСО 9241-210-2014 «Эргономика взаимодействия человек-система. Часть 210. Руководство по эргономическому проектированию интерактивных систем» [13];

– доступность для людей с ограниченными возможностями, поддержка специальных режимов для пользователей с нарушениями зрения, слуха и моторики. ГОСТ Р 52872-2012 «Информационные технологии. Руководство по обеспечению доступности программных продуктов и услуг» [14].

### 2.4. Совместимость и интеграция

– интероперабельность, обеспечение взаимодействия с различными платформами и системами через стандартизированные интерфейсы и протоколы. ГОСТ Р 55062-2012 [8];

– поддержка стандартных форматов данных, использование общепринятых форматов обмена данными (HL7, DICOM) [15].

2.5. Производительность и масштабируемость

– оптимальная производительность, система должна обеспечивать быстрое выполнение операций без задержек, даже при большом количестве пользователей;

– масштабируемость, возможность увеличения производительности и объема обрабатываемых данных без значительных изменений архитектуры системы.

3. Требования к качеству программного обеспечения:

– соответствие жизненному циклу разработки ПО, использование процессов разработки в соответствии с ГОСТ Р ИСО/МЭК 12207-2010 «Системная и программная инженерия. Процессы жизненного цикла программных средств»;

– управление конфигурацией, ведение контроля версий и изменений в программном обеспечении. ГОСТ Р ИСО 10007-2007 «Системы менеджмента качества. Руководящие указания по менеджменту конфигурации» [16].

4. Требования к документации:

– полная и актуальная документация, разработка технической и пользовательской документации, включая руководства по установке, настройке и эксплуатации. ГОСТ 19.101–77 «Единая система программной документации. Виды программ и программных документов» [17];

– документация на русском языке, все документы должны быть доступны на государственном языке Российской Федерации.

5. Требования к эргономике и доступности:

– эргономичный дизайн, учет принципов эргономики при разработке пользовательского интерфейса. ГОСТ Р ИСО 9241-11-2011 «Эргономические требования при использовании визуальных дисплеев» [18];

– соблюдение стандартов веб-доступности, при разработке веб-приложений необходимо соответствовать требованиям ГОСТ Р 52872-2012 [14].

6. Требования к тестированию и качеству:

– планирование и проведение тестирования, разработка плана тестирования, включающего функциональное, интеграцион-

ное, нагрузочное и стресс-тестирование. ИСО/МЭК/ИИЭР 29119 «Информационная технология. Тестирование программного обеспечения. Часть 2. Процессы тестирования» [19];

– автоматизированное тестирование, использование средств автоматизации для повышения эффективности и полноты тестирования;

– управление дефектами, введение системы отслеживания и устранения ошибок в программном обеспечении.

7. Требования к сопровождению и обновлению:

– обновляемость системы, возможность регулярного обновления программного обеспечения без нарушения работы системы;

– техническая поддержка, обеспечение пользователей каналами связи для обращения в службу поддержки.

8. Требования к защите информации:

– антивирусная защита, встроенные механизмы для защиты от вредоносного программного обеспечения;

– соответствие требованиям ФСТЭК и ФСБ России, при необходимости система должна пройти сертификацию на соответствие требованиям по защите информации.

9. Соответствие нормативно-правовым актам:

– соблюдение медицинских стандартов, программное обеспечение должно соответствовать требованиям Федерального закона № 323-ФЗ «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации», а также приказам и распоряжениям Министерства здравоохранения РФ [20];

– соблюдение требований по телемедицине, в случае реализации функций телемедицины необходимо соответствие приказу Минздрава России от 30.11.2017 № 965 н «Об утверждении порядка организации и оказания медицинской помощи с применением телемедицинских технологий» [21].

10. Требования к программной и аппаратной платформе:

– совместимость с различными устройствами, приложение должно корректно ра-

ботать на различных типах устройств (ПК, планшеты, смартфоны);

– минимальные системные требования, определение и документирование минимальных и рекомендуемых системных требований для пользователей.

11. Требования к локализации:

– поддержка многоязычности, возможность добавления дополнительных языков интерфейса при необходимости;

– локализация форматов данных, отображение дат, чисел и валют в соответствии с региональными настройками пользователя.

12. Требования к обучению пользователей:

– обучающие материалы, предоставление пользователям инструкций, видеоуроков и часто задаваемых вопросов (FAQ) для освоения работы с системой;

– система подсказок, реализация интерактивных подсказок внутри приложения для облегчения освоения функционала.

13. Требования к управлению рисками:

– анализ и управление рисками, проведение анализа рисков и реализация мер по их минимизации в соответствии с ГОСТ Р ИСО 14971-2009 «Медицинские изделия. Применение менеджмента риска к медицинским изделиям» [22].

14. Требования к лицензированию и правам использования:

– соблюдение лицензионных соглашений, использование всех компонентов и библиотек должно соответствовать их лицензиям;

– пользовательское соглашение, разработка и предоставление пользователям лицензионного соглашения и политики конфиденциальности.

15. Требования к энергоэффективности:

– оптимизация потребления ресурсов, приложение должно быть оптимизировано для минимального потребления энергии, особенно на мобильных устройствах.

16. Требования к устойчивости к внешним воздействиям:

– защита от несанкционированного доступа, реализация механизмов защиты от атак типа SQL-инъекций, XSS и других;

– обнаружение и предотвращение вторжений, внедрение систем обнаружения ано-

маний и попыток несанкционированного доступа.

17. Требования к модульности и повторному использованию:

– модульная архитектура, программное обеспечение должно быть построено по принципу модульности, что облегчит его сопровождение и расширение функциональности;

– повторное использование компонентов, использование стандартизированных компонентов и библиотек для ускорения разработки и повышения надежности.

18. Требования обеспечения обратной совместимости:

– обеспечение сохранности данных при обновлении системы, обеспечение целостности пользовательских данных при обновлении и миграции системы;

– обеспечение поддержки предыдущих версий системы, возможность взаимодействия с данными, созданными в предыдущих версиях приложения.

19. Требования к протоколированию событий:

– подробное ведение логов работы системы для дальнейшего анализа и устранения возможных ошибок;

– выполнение механизмов по управлению логами, осуществление механизмов перезаписи и сжатия логов для экономии дискового пространства.

20. Требования к отчетности и статистике:

– генерация статистических отчетов, возможность формирования отчетов для анализа эффективности лечения и принятия управленческих решений;

– кастомизация отчетов, пользователи должны иметь возможность настраивать параметры отчетов под свои нужды.

21. Требования к интеграции с внешними сервисами:

– API для интеграции, предоставление программного интерфейса (API) для интеграции с другими сервисами и приложениями;

– поддержка Webhooks, возможность отправки уведомлений о событиях в системе на внешние сервисы.

22. Требования к времени отклика системы:

– минимизация задержек, время отклика системы не должно превышать установленные нормативы для обеспечения комфортной работы пользователей. ГОСТ Р ИСО/МЭК 25010-2015 «Системная и программная инженерия. Модели качества систем и программного обеспечения» [23].

23. Требования к версии и совместимости:

– управление версиями, введение системы управления версиями программного обеспечения и документирование изменений.

24. Требования к безопасности сети:

– использование безопасных протоколов передачи данных, обеспечение защиты данных при передаче по сети посредством использования HTTPS и SSL/TLS;

– защита от DdoS-атак, внедрение мер по предотвращению и смягчению последствий распределенных атак типа «отказ в обслуживании».

25. Требования к управлению доступом:

– ролевое разграничение доступа, реализация системы прав доступа в соответствии с ролью пользователя (врач, пациент, администратор и т. д.);

– многофакторная аутентификация, возможность использования дополнительной проверки подлинности (SMS-код, приложение-аутентификатор).

26. Требования к резервному копированию:

– автоматическое резервное копирование, настройка регулярного автоматического резервирования данных с возможностью восстановления;

– хранение резервных копий, безопасное хранение резервных копий с учетом географической распределенности для повышения надежности.

27. Требования к аудиту безопасности:

– регулярные проверки безопасности, проведение периодических аудитов безопасности и устранение выявленных уязвимостей;

– сертификация безопасности, при необходимости получение сертификатов соответствия от аккредитованных органов.

28. Требования к соответствию международным стандартам:

– соответствие стандартам HL7 и DICOM, обеспечение совместимости с международными системами здравоохранения;

– поддержка ICD и SNOMED CT, использование международных классификаторов для кодирования диагнозов и процедур.

29. Требования к управлению качеством:

– внедрение системы менеджмента качества в соответствии с ГОСТ Р ИСО 9001-2015 «Системы менеджмента качества. Требования» [24];

– непрерывное улучшение, сбор отзывов пользователей и внедрение изменений для повышения качества продукта.

30. Требования к документированию кода:

– комментирование и документирование кода для обеспечения легкости сопровождения и развития программного обеспечения;

– использование стандартов кодирования, соблюдение общепринятых стилей и практик программирования для выбранного языка.

Учитывая вышеописанные требования и соответствие установленным стандартам и ГОСТам, разработка программного обеспечения для сопровождения неврологических пациентов позволит обеспечить доступность и повысит качество оказываемых медицинских услуг, безопасность, конфиденциальность данных, а также удовлетворенность пользователей. Это улучшит эффективность лечения и реабилитации неврологических пациентов в период амбулаторного лечения.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенного исследования были рассмотрены существующие методы и алгоритмы сопровождения неврологических пациентов в период амбулаторного лечения, направленные на улучшение процесса реабилитации, мониторинг состояния, повышение качества жизни и предотвращение возможных осложнений. Анализ текущих методов тестирования и постановки диагнозов показал, что применение комплексных подходов, которые сочетают клинические обследования с использованием цифровых технологий и датчиков, существенно повышает точность диагностики и качество реабилитации.

Исследование средств для автоматизации процесса мониторинга состояния пациентов в период реабилитации продемонстрировало, что существующие телемедицинские платформы, интегрированные с носимыми устройствами и мобильными приложениями, позволяют осуществлять непрерывный контроль за состоянием пациента и оперативно корректировать программу лечения. В качестве примера такого решения была рассмотрена система «НейроДом», которая обеспечивает дистанционную поддержку пациентов и взаимодействие с медицинским персоналом в режиме реального времени.

Формирование требований к программному обеспечению, в том числе функциональные и нефункциональные аспекты, а также соответствие существующим ГОСТам и нормативно-правовым актам Российской Федерации считается ключевым этапом в разработке качественного и надежного продукта. Соблюдение всех этих требо-

ваний позволяет обеспечить безопасность, конфиденциальность, легкость использования, а также внедрение в существующие медицинские системы.

Таким образом, разработка и внедрение современных информационных технологий в процесс амбулаторного лечения неврологических пациентов является одним из необходимых условий для повышения эффективности медицинской помощи. Написание и интеграция медицинского программного обеспечения, отвечающего установленным требованиям, позволяет улучшать как качество диагностики, так и скорость реабилитации, обеспечить более широкий и легкий доступ к медицинским услугам. Последующие исследования в данной области могут быть направлены на улучшение и использование существующих инструментов и разработок новых методик, которые способствуют улучшению ухода за неврологическими пациентами в период амбулаторного лечения.

### Список источников

1. Информационные технологии в медицине. URL: <https://n3health.ru/informacionnye-tekhnologii-v-medicine> (дата обращения: 22.09.2024).
2. Иванилова Т. Н., Прокопенко С. В., Попов А. А. и др. Проектные решения портала дистанционной нейрореабилитации «Нейродом» // Врач и информационные технологии. 2019. № 1. С. 73–80.
3. Российский рынок противоопухолевых препаратов: основные тренды и игроки. URL: <https://protiv-raka.ru/analytics/rossijskij-rynok-protivoopuholevykh-preparatov-osnovnye-trendy-i-igroki/> (дата обращения: 22.09.2024).
4. Shamay S. M., Mimi M. Y., Peiming Ch. et al. Reliability, concurrent validity, and minimal detectable change of timed up and go obstacle test in people with stroke // Archives of Physical Medicine and Rehabilitation. 2023. Vol. 104, no. 9. P. 1465–1473. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2023.03.001>.
5. Белова А. Н., Прокопенко С. В. Нейрореабилитация : моногр. М. : Москва, 2010. 1288 с.
6. ГОСТ Р 52636-2006. Электронная история болезни. Общие положения. М. : Стандартинформ, 2006. 37 с.
7. ГОСТ Р 52633.4-2011. Техника защиты информации. Интерфейсы взаимодействия с нейросетевыми преобразователями биометрия – код доступа. М. : Стандартинформ, 2019. 40 с.

### References

1. Informatsionnye tekhnologii v meditsine. URL: <https://n3health.ru/informacionnye-tekhnologii-v-medicine> (accessed: 22.09.2024). (In Russ.).
2. Ivanilova T. N., Prokopenko S. V., Popov A. A. et al. Project design portal teleservicing neurorehabilitation “Neurodom”. *Medical doctor and information technologies*. 2019;(1):73–80. (In Russ.).
3. Rossiiskii rynek protivopukholevykh preparatov: osnovnye trendy i igroki. URL: <https://protiv-raka.ru/analytics/rossijskij-rynok-protivoopuholevykh-preparatov-osnovnye-trendy-i-igroki/> (accessed: 22.09.2024). (In Russ.).
4. Shamay S. M., Mimi M. Y., Peiming Ch. et al. Reliability, concurrent validity, and minimal detectable change of timed up and go obstacle test in people with stroke. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2023;104(9):1465–1473. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2023.03.001>.
5. Belova A. N., Prokopenko S. V. *Neiroreabilitatsiya: Monograph*. Moscow: Moskva; 2010. 1288 p. (In Russ.).
6. GOST (State Standard) R 52636-2006. Electronic medical history. General provisions. Moscow: Standardinform; 2006. 37 p. (In Russ.).
7. GOST (State Standard) R 52633.4-2011. Information protection technology. Interfaces of interaction with neural network converters biometrics – access code. Moscow: Standardinform; 2019. 40 p. (In Russ.).

8. ГОСТ Р 55062-2012. Информационные технологии. Системы промышленной автоматизации и их интеграция. Интероперабельность. Основные положения. М. : Стандартинформ, 2018. 8 с.
9. ГОСТ Р 51897-2002. Менеджмент риска. Термины и определения. М. : Госстандарт России, 2002. 8 с.
10. Об утверждении требований к защите персональных данных при их обработке в информационных системах персональных данных : постановление Правительства РФ от 01.11.2012 № 1119. Доступ из СПС «Гарант».
11. ГОСТ 28147-89. Системы обработки информации. Защита криптографическая. М. : Издательство стандартов, 1989. 25 с.
12. ГОСТ Р 57580.1-2017. Защита информации финансовых организаций. Базовый состав организационных и технических мер. М. : Стандартинформ, 2020. 60 с.
13. ГОСТ Р ИСО 9241-210-2014. Эргономика взаимодействия человек – система. Человеко-ориентированное проектирование интерактивных систем. М. : Стандартинформ, 2018. 31 с.
14. ГОСТ Р 52872-2012. Интернет-ресурсы. Требования доступности для инвалидов по зрению. М. : Стандартинформ, 2013. 24 с.
15. HL7 2023 Annual report. URL: <https://www.hl7.org> (дата обращения: 22.09.2024).
16. ГОСТ Р ИСО 10007-2007. Руководящие указания по управлению конфигурацией. М. : Стандартинформ, 2008. 7 с.
17. ГОСТ 19.101-77. Виды программ и программных документов. М. : Стандартинформ, 2010. 2 с.
18. ГОСТ Р ИСО 9241-11-2011. Эргономические требования к проведению офисных работ с использованием видеодисплейных терминалов (VDT). М. : Стандартинформ, 2018. 21 с.
19. ГОСТ Р ИСО 56921-2016. Системная программная инженерия. Тестирование программного обеспечения. Процессы тестирования. М. : Стандартинформ, 2016. 59 с.
20. Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации : федеральный закон от 21.11.2011 № 323-ФЗ // СЗ РФ. 2011. № 48. Ст. 6724. Доступ из СПС «Гарант».
21. Об утверждении порядка организации и оказания медицинской помощи с применением телемедицинских технологий : приказ Минздрава РФ от 30.11.2017 № 965н. Доступ из СПС «Гарант».
22. ГОСТ Р ИСО 14971-2009. Изделия медицинские. Применение менеджмента риска к медицинским изделиям. М. : Стандартинформ, 2011. 61 с.
23. ГОСТ Р ИСО/МЭК 25010-2015. Системная и программная инженерия. Требования и оценка качества систем и программного обеспечения (SQuARE). Модели качества систем и программных продуктов. М. : Стандартинформ, 2015. 29 с.
8. GOST (State Standard) R 55062-2012. Information technologies. Industrial automation systems and their integration. Interoperability. Basic provisions. Moscow: Standardinform; 2018. 8 p. (In Russ.).
9. GOST (State Standard) R 51897-2002. Risk management. Terms and definitions. Moscow: Gosstandart of Russia; 2002. 8 p. (In Russ.).
10. On approval of requirements for the protection of personal data during their processing in information systems of personal data: Resolution of the Government of the Russian Federation of 01.11.2012 No. 1119. Accessed through Law assistance system “Garant”. (In Russ.).
11. GOST (State Standard) 28147-89. Information processing systems. Cryptographic protection. Moscow: Standards Publishing House; 1989. 25 p. (In Russ.).
12. GOST (State Standard) R 57580.1-2017. Protection of information of financial organizations. Basic composition of organizational and technical measures. Moscow: Standardinform; 2020. 60 p. (In Russ.).
13. GOST (State Standard) R ISO 9241-210-2014. Ergonomics of human-system interaction. Human-centered design of interactive systems. Moscow: Standardinform; 2018. 31 p. (In Russ.).
14. GOST (State Standard) R 52872-2012. Internet resources. Accessibility requirements for the visually impaired. Moscow: Standardinform; 2013. 24 p. (In Russ.).
15. HL7 2023 Annual report. URL: <https://www.hl7.org> (accessed: 22.09.2024).
16. GOST (State Standard) R ISO 10007-2007. Guidelines for configuration management. Moscow: Standardinform; 2008. 7 p. (In Russ.).
17. GOST (State Standard) 19.101-77. Types of programs and program documents. Moscow: Standardinform; 2010. 2 p. (In Russ.).
18. GOST (State Standard) R ISO 9241-11-2011. Ergonomic requirements for office work using video display terminals (VDT). Moscow: Standardinform; 2018. 21 p. (In Russ.).
19. GOST (State Standard) R ISO 56921-2016. System software engineering. Software testing. Testing processes. Moscow: Standardinform; 2016. 59 p. (In Russ.).
20. On the fundamentals of health protection of citizens in the Russian Federation: federal law of 21.11.2011 No. 323-FZ. Collection of the articles of the Russian Federation. 2011. No. 48. Art. 6724. Accessed through Law assistance system “Garant”. (In Russ.).
21. On approval of the order of organization and provision of medical care with the use of telemedicine technologies: order of the Ministry of Health of the Russian Federation of 30.11.2017 No. 965n. Accessed through Law assistance system “Garant”. (In Russ.).
22. GOST (State Standard) R ISO 14971-2009. Medical devices. Application of risk management to medical devices. Moscow: Standardinform; 2011. 61 p. (In Russ.).

24. ГОСТ Р ИСО 9001-2015. Системы менеджмента качества. Требования. М. : Стандартинформ, 2020. 23 с.
23. GOST (State Standard) R ISO/MEK 25010-2015. System and software engineering. Requirements and quality assessment of systems and software (SQuaRE). Quality models for systems and software products. Moscow: Standardinform; 2015. 29 p. (In Russ.).
24. GOST (State Standard) R ISO 9001-2015. Quality management systems. Requirements. Moscow: Standardinform; 2020. 23 p. (In Russ.).

### **Информация об авторах**

**Э. Г. Тунян** – инженер.  
**В. Б. Тютюнник** – студент.  
**С. Р. Сазиков** – инженер.  
**Т. В. Гавриленко** – заместитель директора.

### **About the authors**

**E. G. Tunyan** – Engineer.  
**V. B. Tyutyunnik** – Student.  
**S. R. Sazikov** – Engineer.  
**T. V. Gavrilenko** – Deputy Director.