

УДК 378.146 +004.031.42

DOI: [10.26102/2310-6018/2020.28.1.017](https://doi.org/10.26102/2310-6018/2020.28.1.017)

Портал дистанционной реабилитации «НейроДом»: реализация и тестирование

Т.Н. Иванилова, И.В. Василенко, В.А. Семенов, М.А. Днепровская, Ю.А. Юринский, Ш.З. Мирбадиев, С.В. Прокопенко, С.А. Субочева

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский государственный университет науки и технологий им. М.Ф. Решетнева», Красноярск, Российская Федерация

Резюме: Дистанционная нейрореабилитация относится к области телемедицины и позволяет проводить восстановление нарушенных функций организма в следствии спинальных травм, черепно-мозговых травм, инсульта, инфаркта, рассеянного склероза и т.п. на третьем этапе медицинской реабилитации. Портал предназначен для создания непрерывной реабилитации в домашних условиях с осуществлением обратной связи с врачом; своевременной корректировкой индивидуальной траектории реабилитации пациента; контроля результатов реабилитации путем онлайн мониторинга состояния здоровья пациента с помощью встроенной в систему функции записи видео. Выполнение комплекса упражнений с помощью информационно-коммуникационных технологий в дистанционном формате позволит оптимально повысить физический, психический и социальный потенциал пациента, для лучшей интеграции его в обществе. В статье описаны и представлены результаты тестирования портала дистанционной нейрореабилитации: тестирование безопасности, функциональное тестирование по ролям (врач, пациент, администратор) сайта проверено с помощью тест-кейсов; тестирование производительности; для usability – тестирования проведен опрос на реальных пациентах и составлено процентное соотношение; тестирование мобильной версии с помощью инструмента adaptivator, который выявил плюсы и минусы мобильной версии. Тестирование портала проводилось на 20-ти реальных пациентах. Выявленные ошибки в ходе тестирования дистанционного портала устранены. Портал находится на этапе внедрения в Профессорскую клинику КрасГМУ им. Профессора В.Ф. Войно-Ясенецкого.

Ключевые слова: дистанционная нейрореабилитация, телемедицина, информационная система, процесс тестирования сайта, тест-кейс.

Для цитирования: Иванилова Т.Н., Василенко И.В., Семенов В.А., Днепровская М.А., Юринский Ю.А. и др. Портал дистанционной реабилитации «НейроДом»: реализация и тестирование. *Моделирование, оптимизация и информационные технологии*. 2020;8(1). Доступно по: https://moit.vivt.ru/wp-content/uploads/2020/02/IvanilovaSoavtors_1_20_1.pdf DOI: 10.26102/2310-6018/2020.28.1.017

The portal remote rehabilitation "NeuroDom": implementation and testing

T.N. Ivanilova, V.A. Semenov, I.V. Vasilenko, M.A. Dneprovskayay, S.Z. Mirbadiev, Y.A. Yurinsky, S.V. Prokopenko, S.A. Subocheva

*Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Siberian State University of Science and Technology named after M.F. Reshetneva",
Krasnoyarsk, Russian Federation*

Abstract: Remote neurorehabilitation refers to the field of telemedicine and allows the restoration of impaired body functions as a result of spinal injuries, traumatic brain injuries, stroke, heart attack, multiple sclerosis, etc. at the third stage of medical rehabilitation. The portal is designed to create continuous rehabilitation at home with feedback from the doctor; timely adjustment of the individual trajectory of patient rehabilitation; monitoring the results of rehabilitation through online monitoring of the patient's health using the video recording function built into the system. Performing a set of exercises with the help of information and communication technologies in a remote format will optimally increase the physical, mental and social potential of the patient, for better integration into society. The article describes and presents the results of testing the portal of remote neurorehabilitation: safety testing, functional testing for the roles (doctor, patient, administrator) of the site was checked using test cases; performance testing; for usability - testing, a survey was conducted on real patients and a percentage ratio was compiled; testing the mobile version using the adaptivator tool, which revealed the pros and cons of the mobile version. Testing of the portal was carried out on 20 real patients. Identified errors during testing of the remote portal are resolved. The portal is at the stage of implementation at the Professor Clinic of KrasGMU named after Professors V.F. War-Yasenetsky.

Keywords: remote neurorehabilitation, telemedicine, information system, site testing process, test case.

For citation: Ivanilova T.N., Semenov V.A., Vasilenko I.V., Dneprovskayay M.A., Mirbadiev S.Z., et al. The portal remote rehabilitation "NeuroDom": implementation and testing. *Modeling, Optimization and Information Technology*. 2020;8(1). Available from: https://moit.vivt.ru/wp-content/uploads/2020/02/IvanilovaSoavtors_1_20_1.pdf DOI: 10.26102/2310-6018/2020.28.1.017 (In Russ).

Введение

Активное применение информационных технологий в области медицинских исследований и практики послужило развитию такого направления как телемедицина. Благодаря которой, используя современные информационно-коммуникационные технологии, можно проводить консультации врачей, обмен информацией и т.п. удаленно. Дистанционная нейрореабилитация относится к области телемедицины и позволяет проводить восстановление нарушенных функций организма на третьем этапе реабилитации. Особенно это важно для инвалидов и пациентов, живущих на удаленных территориях.

Использование компьютерных и телекоммуникационных технологий позволит проводить эффективное восстановления пациентов, имеющих неврологический дефицит после перенесенного инсульта, черепно-мозговой и спинальной травмы, а также в результате уже имеющихся заболеваний, таких как рассеянный склероз, болезнь Паркинсона и другие.

Портал дистанционной реабилитации «НейроДом» создан для продолжения реабилитационного курса пациентами после лечения в стационаре. Разработчиками портала являются сотрудники ФГБОУ ВО Красноярского государственного медицинского университета им. В.Ф. Войно-Ясенецкого Минздрава России и ФГБОУ ВО «Сибирского государственного университета науки и технологий им. М.Ф. Решетнева».

Реализация портала

Портал дистанционной нейрореабилитации разрабатывался как информационная система, включая ходе разработки все необходимые этапы: проектирование, разработка дизайна, программирование и тестирование.

Основными возможностями портала «НейроДом» являются:

- прохождение курса нейрореабилитации дистанционно;
- осуществление обратной связи пациента с лечащим врачом;
- вывод статистики выполнения курса нейрореабилитации;
- оценка состояния пациента в динамике и возможность корректировки курса нейрореабилитации.

Пациента, который прошел первоначальный период реабилитации в стационаре, тестируют по медицинским шкалам для оценки состояния здоровья (HADS, MMSE, MoCA, BBS, DGI и др.) [2]. После определения степени тяжести заболевания, пациенту назначается лечащим врачом последующий реабилитационный комплекс упражнений. После выписки пациент выполняет необходимые упражнения через созданный нами интернет-портал. Все назначенные упражнения в виде видео-роликов, снятых заранее и сформированных в базу видео-упражнений, доступны пациенту через личный кабинет [3-5]. На данный момент на портале расположено около 100 видео-упражнений, которые базируются на авторских медицинских методиках, разработанных на кафедре нервных болезней с курсом медицинской реабилитации последипломного образования КрасГМУ им.В.Ф.Войно-Ясенецкого (научный руководитель д.м.н., проф. С.В.Прокопенко).

Для пациентов с когнитивными нарушениями на портале предусмотрены игры на тренировку памяти, концентрацию внимания, распознавание образов, пространственное восприятие, тренировку мышления.

Информационная система «НейроДом» представляет собой классическое веб-приложение, написанное на языке программирования PHP версии 7.2 с использованием фреймворка Symfony 4 [6] и набора свободных библиотек FFmpeg для обработки видеозаписей упражнений. Серверная операционная система CentOS 7. Связка Nginx и Apache используется в качестве веб-сервера. База данных реализована на PostgreSQL [7].

Структура взаимодействия программного обеспечения сервера представлена на Рисунке 1.

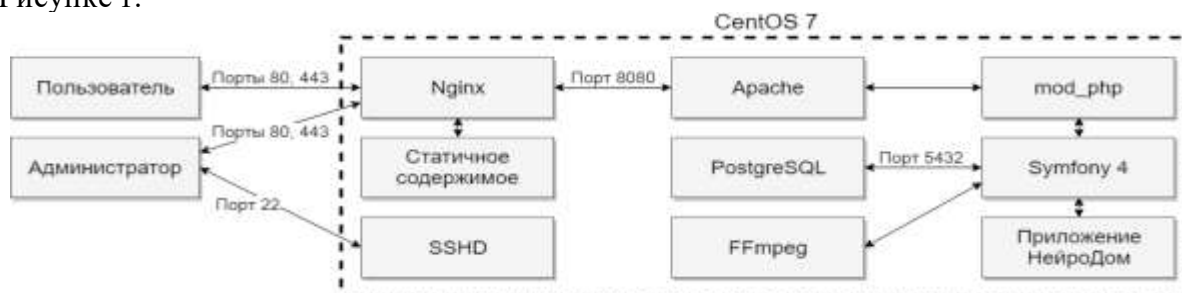


Рисунок 1. Общая структура сервера
 Figure 1. General structure of the server

При разработке информационной системы использован паттерн Модель-Представление-Контроллер более известную как Model-View-Controller или MVC. Примитивно схема работы паттерна Model-View-Controller показана на Рисунке 2.

Данная схема состоит из следующих шагов:

- пользователь отправляет запрос контроллеру;
- контроллер запрашивает у модели некоторые данные;
- модель отправляет запрошенные данные обратно контроллеру;
- контроллер передает эти данные для обработки в представление;
- представление используя эти данные создает HTML-страницу и возвращает ее контроллеру;
- контроллер возвращает содержимое HTML-страницы клиенту.

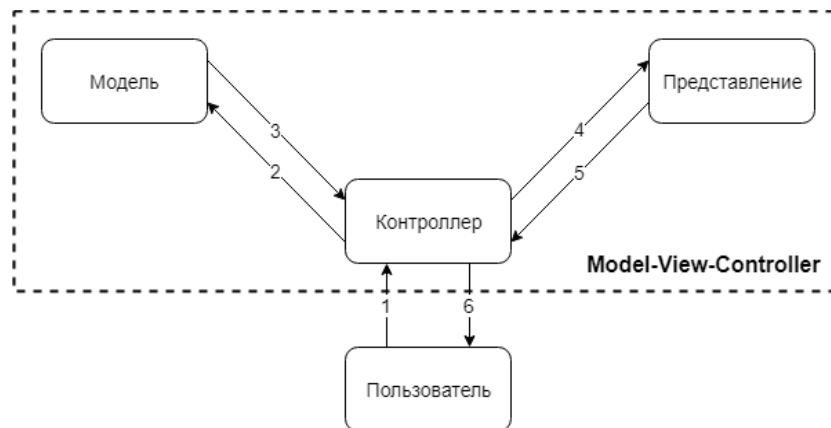


Рисунок 2. Схема работы паттерна Model-View-Controller
Figure 2. Diagram of the Model-View-Controller pattern

Созданная структура URL-путей доступа информационной системы, учитывая роль пользователя в системе, который будет работать с ресурсом по данному пути, а также какие данные должна возвращать страница по указанному пути. Верхний уровень структуры URL-путей доступа:

- группа «/api» доступна только авторизованным пользователям и возвращает данные в JSON-формате;
- группа «/admin» доступна только авторизованным пользователям с ролью администратора и содержит страницы управления врачами и администрирования сайта в целом;
- группа «/doctor» доступна только авторизованным пользователям с ролью врача, содержит страницы управления упражнениями, пациентами и непосредственно процессом реабилитации;
- группа «/patient» доступна только авторизованным пользователям с ролью пациента и включает в себя страницы выполнения программы курса реабилитации, а также страницы обратной связи с врачом;
- группа «/» доступна всем пользователям и содержит страницы с информацией о проекте и контактах, а также страницу с формой обратной связи.

Общая схема структуры URL-путей доступа представлена на Рисунке 3.

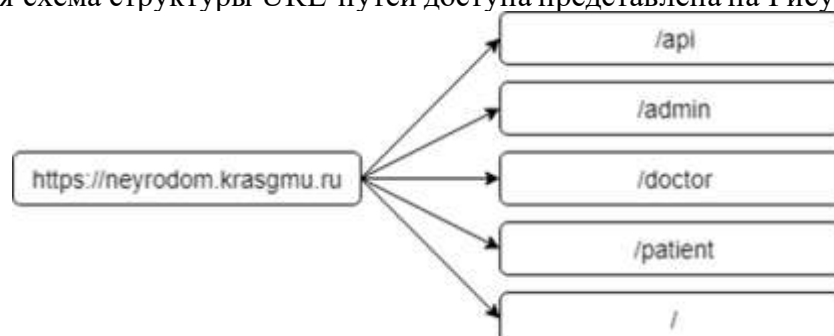


Рисунок 3 – Общая схема структуры URL-путей доступа
Figure 3-General diagram of the structure of URL access paths

Авторизация пользователя выполняется брандмауэром Symfony, так как авторизация является центральным компонентом безопасности.

Брандмауэр Symfony гарантирует сохранность данных при правильной настройке. В брандмауэре описываются области портала, где нужна защита от несанкционированного доступа с использованием карты этих областей. Карта содержит

средство сопоставления запросов и коллекцию слушателей. Также в брандмауэре описывается правило шифрования пароля и требования к самому паролю. На портале «НейроДом» описаны следующие правила для паролей:

- Длина пароля должна быть от 8 до 50 символов.
- Должна содержать цифры от 0 до 9.
- Использоваться могут только буквы латинского алфавита.
- Допускаются специальные символы «-», «.» и «!».

Пароли на портале несколько раз хэшируются алгоритмом bcrypt с добавлением «соли» (добавление символов перед хешированием). В целях дополнительной безопасности база данных не содержит персональных данных пользователей. В случае если база данных будет скомпрометирована, то злоумышленник не сможет идентифицировать пользователя.

Front-end части сайта дистанционной нейрореабилитации «НейроДом» сверстаны на языке разметки HTML5 [8] с использованием фреймворка Twitter Bootstrap 4 [9-11] версии и имеет кросс - браузерность. Так же использовались JavaScript-библиотеки как jQuery, jQuery-UI, jQuery-Toast, DataTables, Ckeditor и библиотека для отображения графика выполнения упражнений пациента Chart.js [12-14].

Тестирование портала

На сегодняшний день один из важных этапов разрабатываемых информационных систем (ИС) и веб-приложений — это проведение тестирования, но, к сожалению, мало кто имеет представление, как правильно внедрять и использовать тестирование в процессе разработки ИС.

Тестирование ПО — это поиск отклонений фактического результата (actual result) от ожидаемого результата (expected result) [1]. И является одним из преимущественных способов, гарантирующих качество разработки программного продукта, и входит в набор эффективных средств современной системы обеспечения качества программного продукта.

Хорошая программа по техническому заданию должна делать то, для чего она предназначена, но и не должна делать то, что от нее не требуют.

По назначению и функциям веб-приложение не хуже, чем десктопное приложение, а доступ к нему с любой точки мира служит быстрой популяризации и общедоступности.

При тестировании портала «НейроДом» руководствовались документацией — тест-кейсами (test case). Тестирование на основе тест-кейсов – это формализованный подход, тестирование производится с помощью заблаговременно подготовленных тест-кейсов или тестовых планов, а также другой документации. Самый распространенный метод тестирования, с поддержкой которого достигается наибольшая полнота тестирования приложения за счет серьезной систематизации процесса, внедрения метрик и широкого комплекта выработанных и проверенных на практике советов [15].

Тестирование безопасности

Тестирование безопасности — это стратегия тестирования, используемая для проверки безопасности системы, а также для анализа рисков, связанных с обеспечением целостного подхода к защите приложения, атак хакеров, вирусов, несанкционированного доступа к конфиденциальным данным.

Система безопасности портала «НейроДом» построена так, чтобы ни один пользователь не мог получить информацию к которому не имеет доступ, например

пользователь с ролью «Пациент» имеет доступ только к url с префиксом /patient, если этот пользователь попытается перейти на страницу к которому не имеет доступа система выдаст ошибку 404.

Функциональное тестирование

Функциональное тестирование сосредоточено на том, чтобы каждая функция веб-сайта работала в соответствии с требованиями спецификации. Тестирование функциональности портала «НейроДом» показывает, как система взаимодействует с пользователями. Если принимать определенные функции для каждой роли на веб-сайте, то будем делить на тест-кейсы по ролям и проверять их функционал.

Тест-кейсы функциональности портала с ролью «Администратор»:

- Аутентификация с ролью «Администратор».
- Добавление/редактирование/удаление элементов меню и главной страницы.
- Добавление/редактирование/удаление слайдера.
- Добавление/редактирование/удаление категорий/упражнений.
- Добавление/редактирование/удаление учетной записи пользователя.
- Фильтрация действий пользователя.
- Возможность просмотра истории действий.
- Просмотр / редактирование данных о выполненных упражнениях.

Тест-кейсы функциональности портала с ролью «Врач»:

- Авторизация с ролью «Врач».
- Добавление / редактирование / удаление / просмотр категории упражнений.
- Фильтрация упражнений по категориям.
- Поиск и фильтрация пациентов по идентификатору /адресу / полу.
- Добавление/ редактирование / удаление профиля пациента.
- Добавление/ редактирование / удаление шкал пациента.
- Восстановление ранее лечившегося пациента на повторное лечение.
- Просмотр графика выполнения упражнений пациентом за день / неделю / период.

- Просмотр / удаление / отправка сообщений и видеозвонков в чат с пациентом.

Тест-кейсы функциональности портала с ролью «Пациент»:

- Авторизация с ролью «Пациент».
- Редактирование профиля.
- Выполнение упражнений.
- Написать сообщение / записать видео / отправить файл в чат врачу.

Тестирование производительности

Тестирование производительности определяет, как система работает с точки зрения оперативности и стабильности при определенной нагрузке. Веб-сайт должен выдерживать высокую производительность. Для веб-сайта «НейроДом» выбран метод нагрузочного тестирования, для предотвращения неожиданного прекращения работы при максимальном числе посещений пользователей, которые выполняют n количество запросов за одно и то же время, с целью достижения реальных возможностей системы.

Одновременно провести объемное тестирование производительности портала за счет увеличения объема данных в базе данных.

Тестирование скорости загрузки страницы представляет большую роль во внешней и внутренней оптимизации, ведь оно прямо влияет на поведение пользователей.

При долгой загрузке веб-страницы появляется высокая вероятность, что человек покинет сайт до его полного открытия.

Тестирование удобства использования

Целью usability тестирования является оценка веб-страницы с точки зрения конечного пользователя. Как действительно пользователь сможет выполнить задачи, которые осуществляются на данном портале. Это помогает определить, насколько соответствует разработанная информационная система ожиданиям пользователей, обнаружить проблемные места в интерфейсе и насколько хорошо система застрахована от ошибок пользователя [16].

Тестирование навигации сайта имеет цель проверить:

- Все страницы веб-сайта понятны и просты в использовании.
- Кнопки, формы и поля удобны и представлены по назначению.
- Доступ к главному меню осуществляется со всех страниц.

Чек-лист тестирования контента:

- Отсутствуют грамматические и орфографические ошибки.
- Изображения размещены правильно и имеют четкий размер относительно веб-страницы.
- Проверена оптимизация цветовой палитры сайта и размеры шрифтов.
- Контент информативный, понятный и логически связанный.

Для оценки комфортного и понятного использования портала, было опрошено 50 человек, аспиранты и сотрудники КрасГМУ и СибГУ им. М.Ф. Решетнева, со следующими вопросами:

- Является ли портал простым и понятным для пользователя?
- Удобна ли навигация?
- Ваше впечатление от работы с порталом?
- Есть на сайте информация, которая показалась вам неуместной?

Тестирование мобильной версии

Большое количество людей, используют только мобильные устройства / планшеты для выхода в Интернет. Поэтому актуально адаптировать веб-страницу к мобильным устройствам.

Для тестирования веб-сайта на мобильных устройствах проверены разделы:

- совместимость с мобильными устройствами и планшетами;
- работоспособность навигации;
- оптимизация времени загрузки сайта;
- адаптация удобного размера кнопок;
- просмотр корректного изображения;
- без использования Flash и всплывающих окна.

Результаты тестирования

Нагрузочное тестирование осуществлено с помощью сервиса Loadly:

Параметры тестирования: Время загрузки 10 минут, количество пользователей 50. На Рисунке 4 представлены результаты нагрузочного тестирования.

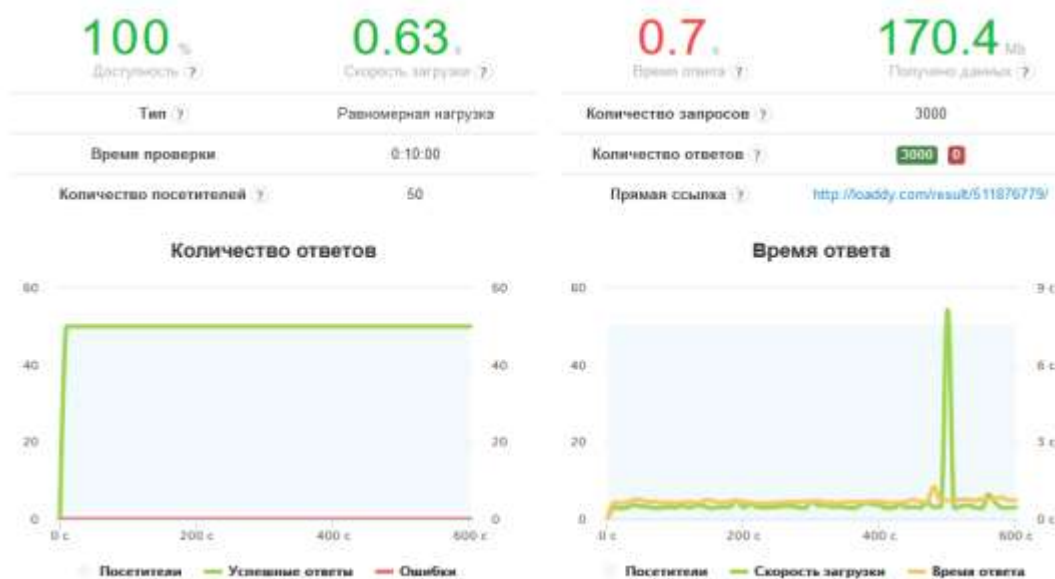


Рисунок 4. Тестирование производительности
Figure 4. Testing of the performance

Доступность сайта за время тестирования была 100%. Она вычисляется как отношение успешных ответов к ошибкам доступа. Сюда не включены ошибки таймаутов, проблем с DNS, или интернетом.

Скорость загрузки всего сайта 0.63 секунды, включая все статические элементы, а также сторонние ссылки. Полностью эмулируют первую загрузку сайта из браузера посетителем.

Среднее время ответа сайта на запросы или TTFB (Time To First Byte) 0.7 секунд. Показывает, сколько понадобилось времени серверу, чтобы выдать данные посетителю после запроса. Высокое значение может указывать на проблемы с сайтом, а так же на то, что сайт находится далеко от точки тестирования.

Суммарное количество данных, полученных от сервера 170.4 Mb. Они включают в себя как тела запросов, так и их заголовки. Сюда не включены статические элементы, т.к. их загрузка происходит в большинстве случаев только один раз, а потом кэшируется в браузере.

Выбран инструмент для тестирования мобильной версии сайта – ADAPTIVATOR. На Рисунке 5 показан результат удобства для пользователей мобильной версии, выявлено 91/100. Было обнаружено 2 ошибки, которые были устранены путем адаптации размера контента для области просмотра и увеличения размера активных элементов на странице.

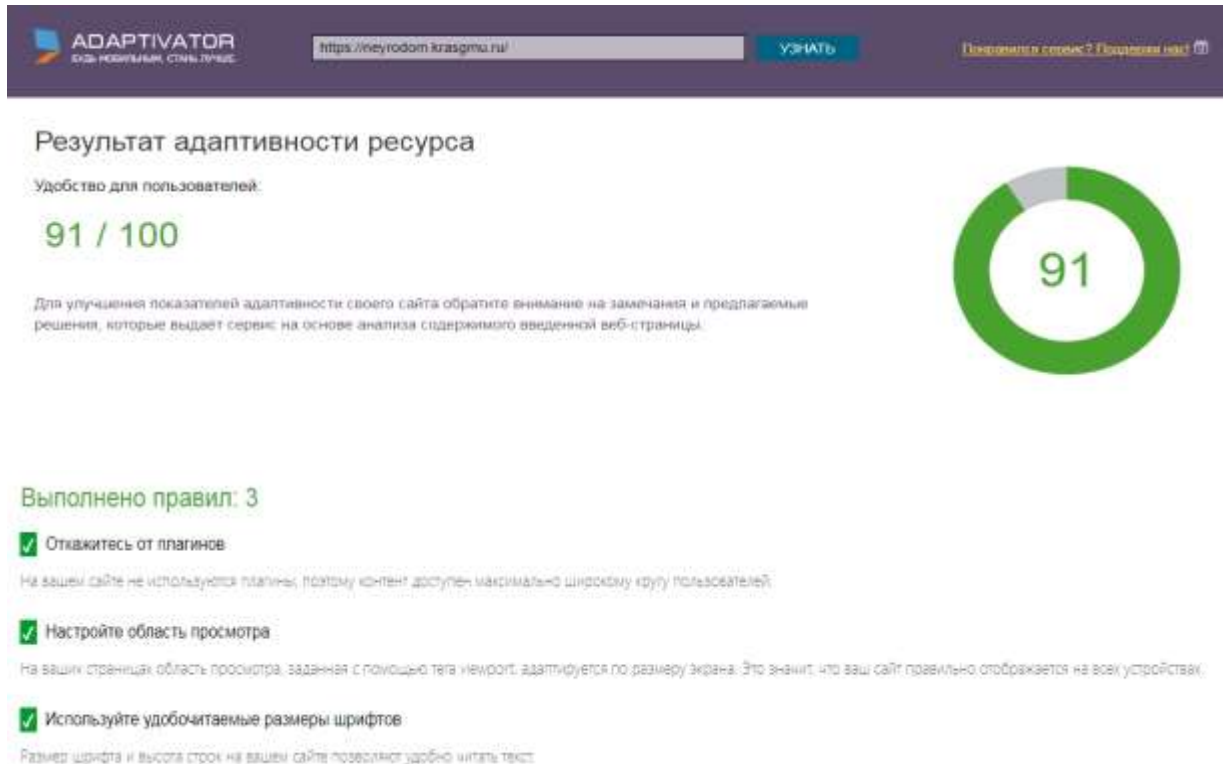


Рисунок 5. Тестирование мобилизации веб-сайта
Figure 5. Testing of the mobilization of the web site

На Рисунке 6 представлен список упражнений на сегодня для пациента в мобильной версии портала. Для пациентов с когнитивными нарушениями на портале внедрены игры, пример которых представлены на Рисунках 7-8.

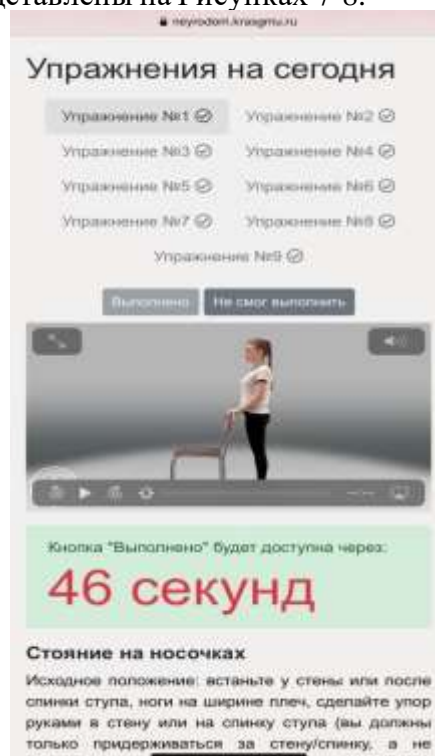


Рисунок 6. Мобильная версия портала «НейроДом» с ролью «Пациент»
Figure 6. Mobile version of the «NeuroDome» portal with the «Patient» role



Рисунок 7. Мобильная версия игры с выбором тренировки
Figure 7. Mobile version of the game with a choice of training



Рисунок 8. Пример тренировки «Концентрация внимания»
Figure 8. Example of «Concentration training»

В ходе тестирования удобства пользования было составлено процентное соотношение в виде: для 90 % опрошенных портал прост и понятен, 95% людей удобна навигация сайта, у 91 % остались положительные впечатления о портале «НейроДом» и только для 3% опрошенных некоторая информация показалась неуместной.

Функциональное тестирование сайта проверено с помощью тест-кейсов от каждой роли. Вышеперечисленное функционирование веб-сайта прошло успешно. Выявленные ошибки устранены [17].

Заключение

В процессе разработки портала были реализованы следующие задачи:

1. Объединение в единую методику авторские и общеизвестные методы реабилитации, направленные на восстановление двигательной сферы, интеллектуальной деятельности, функции мелкой моторики кисти, равновесия и ходьбы для пациентов с неврологической и ортопедической патологией.

2. Разработан адаптивный дизайн интернет-портала «НейроДом» [3].

3. Спроектирована и разработана база данных, которая обеспечит надежное хранение персональных данных. В которой хранятся все этапы прохождения реабилитации пациентов, подключен справочник Международной классификации болезней и хранятся медицинские шкалы [4].

4. Созданы видео-ряд упражнений с описанием анатомии суставов и мышц, техники выполнения, функциональной составляющей каждого упражнения.

5. Разработаны алгоритмы, реализующие технологию сбора, хранения, обработки и представления информации.

6. Проведена верстка и программирование портала, размещены файлы сайта на серверах.

7. Произведено наполнение портала информацией - текст, графика, видео, фото и др.

8. Осуществлено тестирование портала «НейроДом» на реальных данных.

Применяемые на сегодняшний день технологии тестирования предоставляют возможность тестировать отдельные части каждого тест-кейса в веб-приложение или информационной системы.

Тестирование портала проводилось на 20-ти реальных пациентах.

Созданный программный продукт позволит осуществить непрерывный мониторинг за пациентом, так же позволяет создать и осуществлять онлайн мониторинг индивидуальной траектории реабилитации пациентов, проживающих в отдаленных регионах Красноярского края, что позволит снизить уровень инвалидности, провести удаленно необходимую коррекцию комплекса упражнений, динамически вести наблюдение за выполнением комплекса упражнений онлайн. Выполнение комплекса упражнений с помощью информационно-коммуникационных технологий в дистанционном формате позволит оптимально повысить физический, психический и социальный потенциал инвалида, для лучшей интеграции его в обществе.

Информационная система разработана таким образом, что к ней можно подключать новые шкалы без изменения исходных кодов и структуры базы данных.

Реализован автоматизированный сбор данных действий пользователей, которые можно обрабатывать и получать статистические данные.

Портал находится на этапе внедрения в Профессорскую клинику КрасГМУ им. профессора В.Ф. Войно-Ясенецкого.

Благодарности

Исследование выполнено при финансовой поддержке «Красноярского краевого фонда поддержки научной и научно-технической деятельности».

Грант проекта: http://www.sf-kras.ru/proekt/2_2018_nti_prokopenko-c-v/

ЛИТЕРАТУРА

1. Канер, С., Фолк Д., Кенг Е. *Тестирование программного обеспечения. Фундаментальные концепции менеджмента бизнес-приложений*. Издательство «ДиаСофт», 2001.
2. Белова А.Н. *Шкалы, тесты и опросники в неврологии и нейрохирургии. 3-е изд., переработанное и дополненное*. ИД: Практическая медицина, 2018.
3. Иванилова Т.Н., Прокопенко С.В., Попов А.А., Демидюк В.Д., Буслов И.А., Субочева С.А. Проектные решения портала дистанционной нейрореабилитации «НейроДом». *Научно-практический журнал «Врач и информационные технологии»*. 2019; (1):72-79.
4. Иванилова Т.Н., Василенко И.В., Семенов В.А. Дизайн-проект дистанционного портала домашней реабилитации. *Современные тенденции развития педагогических технологий в медицинском образовании: сб. ст. Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием (Красноярск, 7-8 февр. 2018 г.) – Красноярск: тип. КрасГМУ, 2018 :326-332.*

5. *Союз реабилитологов России*. Материалы. Доступно по адресу: <https://rehabrus.ru/materialyi/> (дата обращения: 10.01.2020 г.).
6. *GitBook. Основы Symfony 3 и не только*. Доступно по адресу: <https://www.gitbook.com/book/stingmu/symfony-3/details> (дата обращения: 10.01.2020 г.).
7. *Fkn+antitotal студентам & программистам*. Symfony 3 - Онлайн Справочник с примерами на русском. Доступно по адресу: <http://fkn.ktu10.com/?q=node/8071> (дата обращения: 25.12.2019 г.).
8. *WebReference.ru. Уроки по HTML и CSS*. Доступно по адресу: <https://webref.ru/layout/learn-html-css> (дата обращения: 10.10.2019 г.).
9. *Bootstrap*. URL: <https://getbootstrap.com/> (дата обращения: 12.12.2019).
10. *Bootstrap Glyphicon Components*. Доступно по адресу: https://www.w3schools.com/bootstrap/bootstrap_ref_comp_glyphs.asp (дата обращения: 10.12.2019 г.).
11. *Grid Template for Bootstrap*. Доступно по адресу: <https://getbootstrap.com/examples/grid/> (дата обращения: 10.12.2019 г.).
12. *jQuery*. Доступно по адресу: <https://jquery.com> (дата обращения: 10.12.2019 г.).
13. *Wisdomweb. Учебник jQuery*. Доступно по адресу: <http://www.wisdomweb.ru/JQ/jquery-first.php> (дата обращения: 12.10.2018 г.).
14. Allam A., Tost A. *Developing a Web service using an industry-specific messaging standard*. IBM. Доступно по адресу: <http://www.ibm.com/developerworks/library/ws-soa-messagingstandard> (дата обращения 25.12.2019 г.).
15. Савин Р., *Тестирование Дот Ком, или Пособие по жестокому обращению с багами в интернет-стартапах*. Издательство: Дело, 2007.

REFERENCES

1. Kaner, S., Folk D., Keng E. *Software Testing. Fundamental business application management concepts*. DiaSoft Publishing House, 2001.
2. Belova A.N. *Scales, tests and questionnaires in neurology and neurosurgery*. 3rd ed., Revised and supplemented. Publishing House: Practical Medicine, 2018.
3. Ivanilova T. N., Prokopenko S. V., Popov A. A., Demidyuk V. D., Buslov I. A., Subocheva S. A. Design solutions of the NeuroDom remote neurorehabilitation portal. *Scientific and practical journal "Doctor and Information Technology"*. 2019;(1):172-79.
4. Ivanilova T.N., Vasilenko I.V., Semenov V.A. Design project of the remote home rehabilitation portal. *Modern trends in the development of pedagogical technologies in medical education: Sat. Art. Vseros. scientific-practical conf. from the international participation (Krasnoyarsk, February 7-8, 2018) - Krasnoyarsk: typ. KrasGMU, 2018: 326-332.*
5. *Union of Rehabilitologists of Russia. Materials*. Available at: <https://rehabrus.ru/materialyi/> (accessed: 01/10/2020).
6. *GitBook. The basics of Symfony 3 and more*. Available at <https://www.gitbook.com/book/stingmu/symfony-3/details> (accessed: 01/10/2020).
7. Fkn + antitotal students & programmers. Symfony 3 - Online Reference with examples in Russian. Available at <http://fkn.ktu10.com/?q=node/8071> (accessed: 12/25/2019).
8. *WebReference.ru. Tutorials on HTML and CSS*. Available at <https://webref.ru/layout/learn-html-css> (accessed: 10/10/2019).
9. *Bootstrap*. URL: <https://getbootstrap.com/> (accessed: 12.12.2019).

10. *Bootstrap Glyphicon Components*. Available at: https://www.w3schools.com/bootstrap/bootstrap_ref_comp_glyphs.asp (accessed: December 10, 2019).
11. Grid Template for Bootstrap. Available at <https://getbootstrap.com/examples/grid/> (accessed: 12/10/2019).
12. jQuery. Available at <https://jquery.com> (accessed: December 10, 2019).
13. Wisdomweb. JQuery tutorial. Available at: <http://www.wisdomweb.ru/JQ/jquery-first.php> (accessed: October 12, 2018).
14. Allam A., Tost A. Developing a Web service using an industry-specific messaging standard. IBM Available at <http://www.ibm.com/developerworks/library/ws-soa-messagingstandard> (accessed December 25, 2019).
15. Savin R., Testing Dot Kom, or the Handbook on cruel treatment of bugs in Internet startups. Publisher: Delo, 2007.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Иванилова Татьяна Николаевна, доцент, к.т.н, профессор кафедры прикладная математика, ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий им. М.Ф. Решетнева», Красноярск, Российская Федерация.
e-mail: ivanilovatn@gmail.com
ORCID: [0000-0002-1202-6609](https://orcid.org/0000-0002-1202-6609)

Tatyana N. Ivanilova, associate Professor, Ph.D., Professor, Department of Applied Mathematics, Engineering, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Siberian State University of Science and Technology named after Academician M.F. Reshetneva”, Krasnoyarsk, Russian Federation.

Василенко Ирина Витальевна, аспирант, кафедра прикладной математики, ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий им. М.Ф. Решетнева», Институт информатики и телекоммуникаций, Красноярск, Россия.
e-mail: infokomt@gmail.com
ORCID: [0000-0003-2555-5590](https://orcid.org/0000-0003-2555-5590)

Irina V. Vasilenko, graduate student, Department of Applied Mathematics Engineering, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Siberian State University of Science and Technology named after Academician M.F. Reshetneva”, Institute of Informatics and Telecommunications, Krasnoyarsk, Russian Federation

Семенов Виктор Александрович, аспирант, кафедра прикладной математики, ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий им. М.Ф. Решетнева» Институт информатики и телекоммуникаций, Красноярск, Российская Федерация.
e-mail: V1992@mail.ru
ORCID: [0000-0003-1343-5014](https://orcid.org/0000-0003-1343-5014)

Viktor A. Semenov, postgraduate student, Department of Applied Mathematics, Engineering, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Siberian State University of Science and Technology named after Academician M.F. Reshetneva”, Institute of Informatics and Telecommunications, Krasnoyarsk, Russian Federation.

Днепровская Мария Александровна, студент, кафедра информатики и вычислительной техники, ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева»,

Maria A. Dneprovskaya, student, Department of Informatics and Computer, Engineering, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Siberian State University of Science and Technology named after Academician M.F.

институт информатики и телекоммуникаций,
Красноярск, Российская Федерация.
e-mail: marya_dnep@mail.ru
ORCID: [0000-0003-0095-9345](https://orcid.org/0000-0003-0095-9345)

Юринский Юрий Александрович, магистрант,
кафедра информатики и вычислительной
техники, ФГБОУ ВО «Сибирский государственный
университет науки и технологий имени
академика М.Ф. Решетнева», институт
информатики и телекоммуникаций, Красноярск,
Российская Федерация.
e-mail: yuriyyurinskiy@yandex.ru

Мирбадиев Шахбоз Зиёдуллоевич, магистрант,
кафедра информатики и вычислительной
техники, ФГБОУ ВО «Сибирский
государственный университет науки и
технологий имени академика М.Ф. Решетнева»,
институт информатики и телекоммуникаций,
Красноярск, Российская Федерация.
e-mail: shahboz.100@yandex.ru

Прокопенко Семен Владимирович, доктор мед.
наук, профессор, заведующий кафедры нервных
болезней с курсом медицинской реабилитации,
ФГБОУ ВО «Красноярский государственный
медицинский университет им. проф. В.Ф.Войно-
Ясенецкого Минздрава России», Красноярск,
Российская Федерация.
ORCID: [0000-0002-4778-2586](https://orcid.org/0000-0002-4778-2586)

Субочева Светлана Алексеевна,
ассистент/аспирант кафедры нервных болезней с
курсом медицинской реабилитации, ФГБОУ ВО
«Красноярский государственный медицинский
университет им. проф. В.Ф.Войно-Ясенецкого
Минздрава России», Красноярск, Российская
Федерация.
e-mail: sveta162007@mail.ru
ORCID: [0000-0001-9916-6235](https://orcid.org/0000-0001-9916-6235)

Reshetneva”, Institute of Informatics and
Telecommunications, Krasnoyarsk, Russian
Federation

Yuri A. Yurinsky, undergraduate,
Department of Informatics and Computer
Engineering, Federal State Budgetary
Educational Institution of Higher Education
Siberian State University of Science and
Technology named after Academician M.F.
Reshetneva Institute of Informatics and
Telecommunications, Krasnoyarsk, Russian
Federation

Shakhboz Z. Mirbadiev, undergraduate,
Department of Informatics and Computer
Engineering, Federal State Budgetary
Educational Institution of Higher Education
Siberian State University of Science and
Technology named after Academician M.F.
Reshetneva Institute of Informatics and
Telecommunications, Krasnoyarsk, Russian
Federation

Semen VI. Prokopenko, doctor med. Sci.,
Professor, Head of the Department of
Nervous Diseases with a Course of Medical
Rehabilitation, Federal State Budgetary
Educational Institution of Higher Education
"Krasnoyarsk State Medical University
named after Prof. V.F. Voyno-Yasenetsky of
the Ministry of Health of Russia",
Krasnoyarsk, Russian Federation

Svetlana AI. Subocheva, Assistant /
Postgraduate Student, Department of
Nervous Diseases with a Course in Medical
Rehabilitation, Federal State Budgetary
Educational Institution of Higher Education
"Krasnoyarsk State Medical University
named after Prof. VF Voyno-Yasenetsky of
the Ministry of Health of Russia",
Krasnoyarsk, Russian Federation