

Информационные технологии, моделирование и управление

Оригинальная статья/Original article.

УДК 681.3

DOI: <http://doi.org/10.20914/2310-1202-2018-1-90-96>

Разработка системы телемониторинга больных

Александр В. Лемешкин	¹	Sansan55@mail.ru
Юлия А. Сафонова	¹	kulakova7@yandex.ru
Людмила А. Коробова	¹	lyudmila_korobova@mail.ru

¹ Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, Россия

Реферат. Сердечная недостаточность – современная проблема общества, у лиц достигших преклонного возраста, характеризуется следующими проблемами, что приводит к потере трудоспособности и очень пагубно влияет на качество жизни у большинства людей. Не смотря на последние достижения науки в медицине с применением различных компьютерных технологий, в том числе поэтапного усовершенствования и постоянной модернизации медицинские центры принявших в рамках развития модернизаций клиник и оборудования, изучения у людей, страдающих болезнью от этого недуга, остается по-прежнему на данной стадии развития. Эта проблема является одной из часто возникающих у людей от 45 до 65 лет, тяжелых и трудноизлечимых осложнений всей сердечнососудистой системы. Хроническая сердечная недостаточность (ХСН) по частым госпитализациям находится на третьем месте и на первом месте у лиц старше 65 лет. В возрастной категории у лиц старше 45 лет постоянно заболеваемость увеличивается в два раза каждые последующие 10 лет. Денежные затраты на лечение хронической сердечной недостаточностью в западных странах составляют до 2% от всех вложенных средств медицинского бюджета. В период мировой экономической нестабильности это является основной проблемой. Особо актуальна большая часть расходов стала на вопрос числа заболеваний сердечно сосудистого тракта. Можно сказать, что порядка 65 процентов расходов ложится на госпитализацию. В нашей стране число зафиксированных случаев превысило 4 млн. и ежегодно фиксируются новые случаи выявленных заболеваний. У людей в пожилом возрасте показатели больных в 2 раза выше. Количество ежегодно зафиксированных случаев летального исхода превышает полмиллиона случаев в год. Данные цифры говорят о серьезной проблеме ХСН и ставят вопрос патогенеза, профилактики лечение сердечно сосудистых заболеваний в современной кардиологии.

Ключевые слова: сердечная недостаточность, мобильный терминал, web-сервер, телемедицина

Development of the system of telemonitoring patients

Aleksandr V. Lemeshkin	¹	Sansan55@mail.ru
Yuliya A. Safonova	¹	kulakova7@yandex.ru
Lyudmila A. Korobova	¹	lyudmila_korobova@mail.ru

¹ Voronezh state university of engineering technologies, Revolution av., 19, Voronezh, 394000, Russia,

Summary. Heart failure – a modern problem of society, individuals have reached old age, is characterized by the following problems that lead to disability and a very detrimental effect on the quality of life for most people. Despite the latest scientific achievements in medicine with the use of various computer technologies, including gradual improvements and ongoing modernization of health centers have taken in the framework of modernization of clinics and equipment, the study of people suffering illness from this disease, still remains at this stage of development. This problem is one of the frequently occurring in people 45 to 65 years old, painful and intractable complications throughout the cardiovascular system. Chronic heart failure by frequent hospitalizations is in third place and first place in people older than 65 years. In the age category in persons over 45 years of constant incidence doubles every next 10 years. Cash costs of treatment chronic heart failure in Western countries make up 2% of the total investment budget of health. In the period of global economic instability, it is a major problem. Particularly relevant was the biggest part of the cost to the question of cardio vascular tract. You can say that about 65% of expenditures falls on the hospital. In our country, the number of reported cases has exceeded 4 million annually fixate new cases diagnosed diseases. People in elderly patients in figures 2 times higher. The number of annually reported cases of death more than half a million cases a year. These figures suggest a CHF serious problem and poses the question of the pathogenesis, prevention and treatment of cardiovascular disease in modern cardiology.

Keywords: heart failure, a mobile terminal, web-server, telemedicine

Введение

Развитие телемедицинских технологий требует наличия высокопроизводительного оборудования и разработки специального программного обеспечения, поэтому всегда являлось высокочастотным. Облачные технологии развиваются стремительно и охватывают все больше и больше сфер деятельности. Современные информационные технологии могут обеспечить мягкий переход на повсеместное использование телемедицины в практике здравоохранения.

Для цитирования

Лемешкин А.В., Сафонова Ю.А., Коробова Л.А. Разработка системы телемониторинга больных // Вестник ВГУИТ. 2018. № 1. С 90-96. doi:10.20914/2310-1202-2018-1-90-96

В настоящий момент рынок телемедицинских систем стремительно развивается. Особый интерес представляют системы, базирующиеся на основе мобильного электрокардиографа и/или индивидуальных регистраторов-передатчиков электрокардиограммы (ЭКГ). По данным справочника «Медицинские приборы» в России доступно 6 телемедицинских систем, позволяющих регистрировать ЭКГ и передавать показания приборов по каналам связи.

For citation

Lemeshkin A.V., Safonova Yu.A., Korobova L.A. Development of the system of telemonitoring patients. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2018. no 1 pp. 90-96 (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2018-1-90-96

На сегодняшний день хроническая сердечная недостаточность (ХСН) является одной из основных главных проблем в здравоохранении, практически во всех государствах мира, в том числе, актуальна на сегодняшний день в России, Соединенных Штатах Америки, а также и других индустриально экономически развитых странах Европы и стран Запада. Это обусловлено тем, что летальность от этих болезней остается очень высокой, а сама программа по лечению и контролю по состоянию здоровья пациента очень дорогостоящие.

Основная часть

Разрабатываемый программный продукт предназначен для создания системы телемониторинга больных с ХСН и состоит из двух программных компонентов – приложения для мобильного телефона на платформе Android, реализующего функционал, необходимый больному и серверного приложения сбора данных о пациентах, реализующего функционал, необходимый лечащему врачу.

Проектируемая система базируется на использовании телемедицинских технологий – телемониторинга, удаленного наблюдения и телепатронажа. Суть телемониторинга заключается в том, что пациент может передать обслуживающему его врачу по телефонной сети или через Интернет. Вся медицинская информация о состоянии здоровья пациента, считывается особым приспособлением, при помощи которого ведется запись, и мониторинг различных измеряемых результатов будь то (контроль измерения веса, запись ЭКГ, сахара в крови, записи результатов измерения артериального давления и т. д.) и другую информацию о своем состоянии. Вся направленная информация анализируется лечащим специалистом и, опираясь на собранные данные, назначают сам процесс лечения, а в случае надобности – организовать госпитализацию пациента в медицинское учреждение.

Основные задачи использования телемедицинского наблюдения у больных с ХСН следующие:

- молниеносного реагирования на проблематичные ситуации;
- выполнение медико-профилактических программ;
- увеличение общего количества пациентов, находящихся под присмотром без нарушения качества лечения.

Система состоит из трех структурных компонентов: блока пациента, системы сбора и накопления данных и набора приложений, обеспечивающих заданный функционал системы.

Блок пациента включает набор медицинских приборов – сенсоров, данные с которых передаются по беспроводной технологии Bluetooth на персональное коммуникационное устройство и далее по сетям сотовой связи в центральную базу данных, где они становятся доступными уполномоченному медицинскому специалисту через web-интерфейс для изучения, анализа и принятия решений. Специально разработанное телемедицинское оборудование для телемониторинга позволяет осуществить как сам процесс сбора информации, так и саму передачу медицинских данных о состоянии здоровья пациента из дома в медицинское учреждение для дальнейшего изучения и обработки специалистами. Это оборудование включает медицинские измерительные приборы и коммуникационное оборудование.

По средствам беспроводной связи собранные первичные данные передаются на домашний компьютер владельца, то есть пациента, возможна передача на КПК карманный компьютер или во встроенный компьютер мобильного телефона, где в дальнейшем происходит обрабатывание полученной информации по алгоритму заложенного в искусственный

интеллект. Следующие действия по принятию решений зависят от развертывания события, в границах которого будет использоваться надлежащее оборудование. Данные могут сохраняться как на личном компьютере пациента, для последующего анализа специалистом в режиме off-line или передаваться по средствам защищенной связи по зашифрованному каналу обмена данных в удаленный центр мониторинга.

Собранные данные – результаты измерений должны не только накапливаться, но и оперативно обрабатываться.

Такая подсистема должна представлять данные в различных форматах – текстовом для кратких оперативных сообщений и графическом – для сравнения и сопоставления в динамике. На основании изучения собираемых и накапливаемых данных могут назначаться телеконсультации с ведущими специалистами, планироваться дополнительные стационарные обследования и осуществляться направление на стационарное лечение.

Само понятие мобильного устройства подразумевает собой обширный набор похожих моделей из своего ряда. В настоящий момент все современные мобильные устройства обладают необходимой емкостью памяти для хранения и записи данных, а также функцией подключаться к другим мобильным телефонам, к компьютерам и прочей техники, как по кабельным, так и по беспроводным соединениям. С таким набором возможностей, устройство с высокой степенью адаптации и функциональности становится универсальным инструментом для решения различных задач.

Для выполнения выделенных задач система должна состоять из следующих составных частей.

1. Мобильные терминалы (точки доступа) системы мониторинга пациентов, выполненные на базе различных телефонных устройств,

поддерживающих видеовходы, пользовательский интерфейс и сетевые соединения.

2. Базовые станции (БС) операторов сотовой связи, которые организуют доступ от мобильного терминала к глобальной сети Internet.

3. Web-сервер системы удаленного наблюдения за множеством больных, который должен содержать базу данных достаточной емкости и способен обслуживать параллельные запросы как от терминалов, так и от клиентов.

4. Клиентские терминалы. Это программы (или приложения в Web-браузере) которые предназначены для удаленного доступа к информации, помещаемой на сервер мобильными терминалами.

На рисунке 1 представлена структурная схема разрабатываемой системы, включающая все перечисленные компоненты.

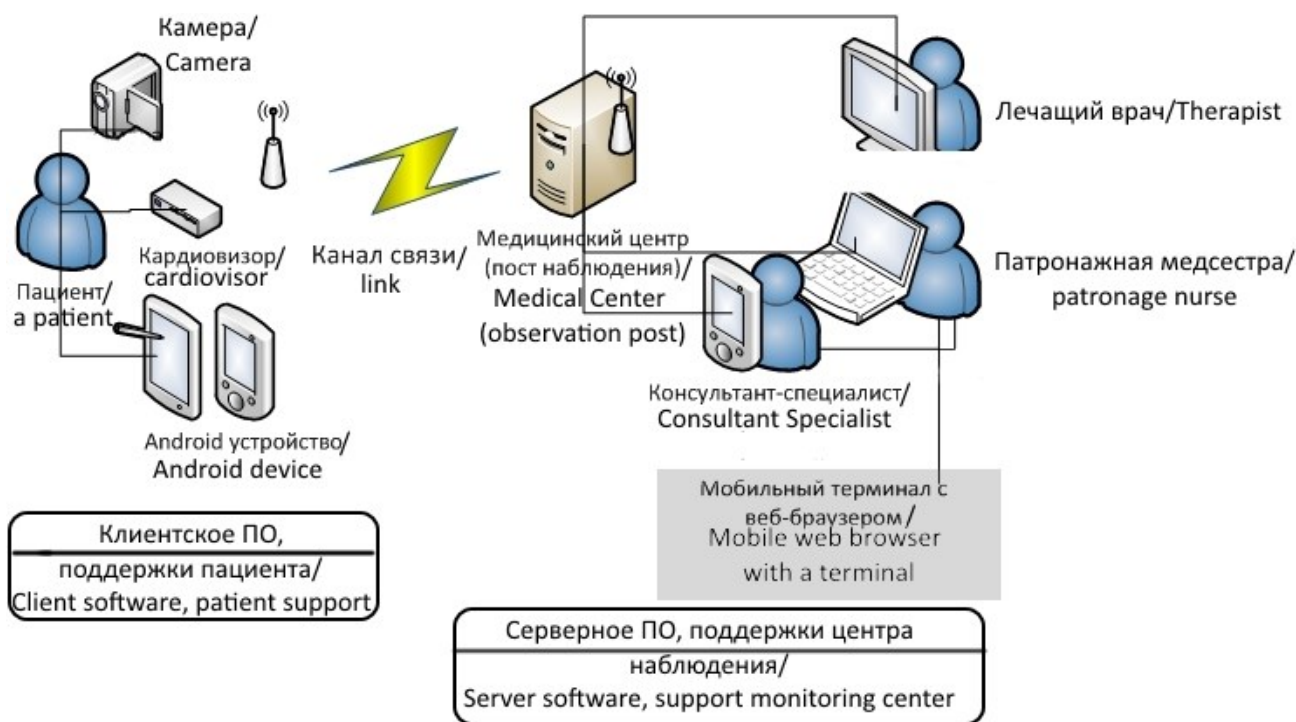


Рисунок 1. Структура системы динамического наблюдения за больными с ХСН.

Figure 1. Structure of dynamic monitoring system for patients with CHF.

Дальнейшей декомпозиции потребует клиентская и серверная часть системы.

Для детального проектирования взаимодействия между компонентами системы и различными пользователями были построены диаграммы взаимодействия на основе разработанных вариантов использования.

В прецеденте «Соблюдение схемы приема лекарств» участвуют:

1) пациент – пользователь, которым является больной с ХСН, 2) мобильный терминал больного с ХСН с клиентским ПО, 3) веб-сервер – серверное приложение, поддерживающее систему связи и /или управления БД, хранящей информацию обо всех пользователях-пациентах и доступное через интернет.

Диаграмма деятельности представлена на рисунке 2.



Рисунок 2. Диаграмма последовательности для функции соблюдение схемы приема лекарств.

Figure 2. The sequence diagram for the function of medication compliance scheme.

В работе терминала предполагается, что по истечению некоторого времени от выдачи сообщения о необходимости приема медикамента, при отсутствии подтверждения со стороны пользователя сообщение генерируется повторно. Все указанные действия повторяются для каждого запланированного приема. После последнего на данный день приема лекарств терминал связывается с сервером

для проверки изменений в схеме на следующий день, а также формирования других обязательных сообщений для пациента.

Следует отметить, что указанные взаимодействия повторяются каждый день, поэтому время жизни приложения – сутки, с дальнейшим циклическим повторением. Аналогично время жизни и для прецедента «заполнение дневника самоконтроля», диаграмма на рисунке 3.

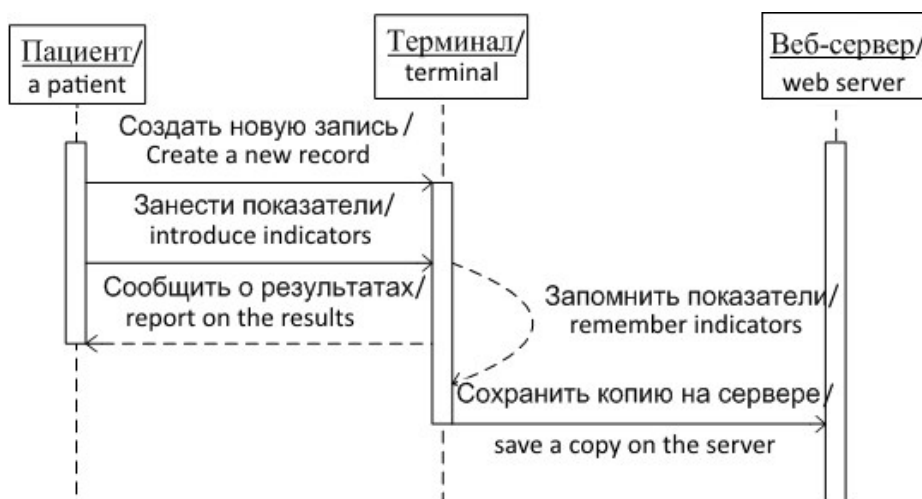


Рисунок 3. Диаграмма последовательности для функции заполнения дневника самонаблюдения.

Figure 3. Diagrams of the sequence for the function of filling the diary of introspection.

В функции заполнения дневника основную роль выполняет мобильный терминал, при инициировании начала действий со стороны

пользователя. На рисунке 4 эта функция детализирована с использованием диаграммы деятельности.

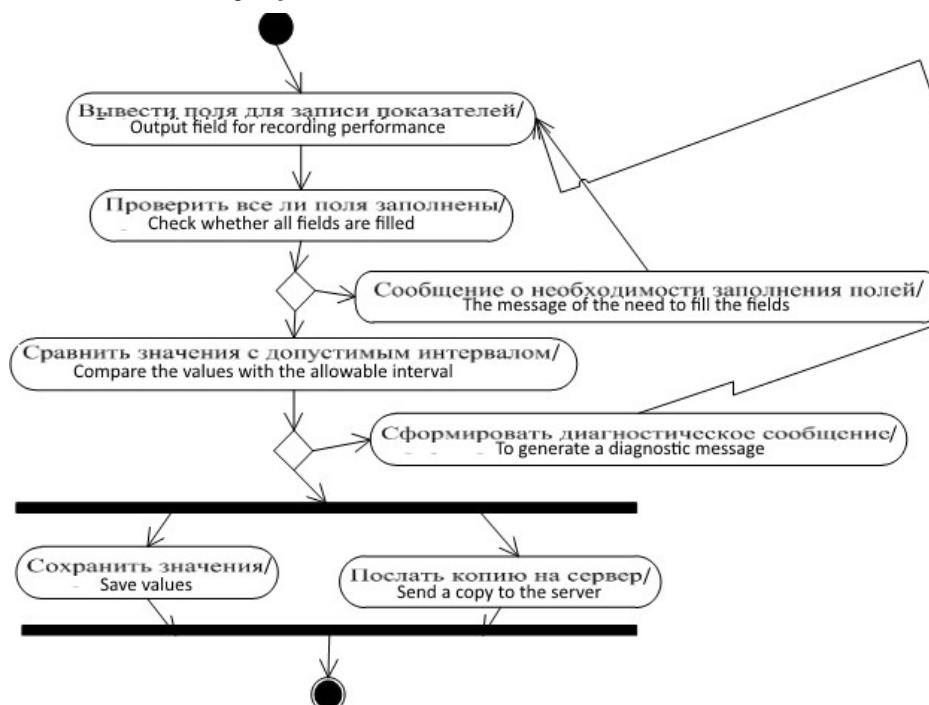


Рисунок 4. Диаграмма деятельности мобильного терминала для функции заполнения дневника самонаблюдения.
Figure 4. Diagram of the mobile terminal operations for the function of filling the diary of introspection.

Взаимодействие пациента, терминала и веб-сервера для прецедента «контроль физической активности» представлено на рисунке 5. Иницирует работу приложения на терминале пользователь в любой момент времени и без обязательного последовательного выполнения всех действий. Завершение функции считается

введение второго значения пульса, для которого предполагается, что измерения выполнены после нагрузки. Контроль за обязательным вводом всех наблюдаемых параметров возлагается на терминал и выполняется после последнего приема медикамента.

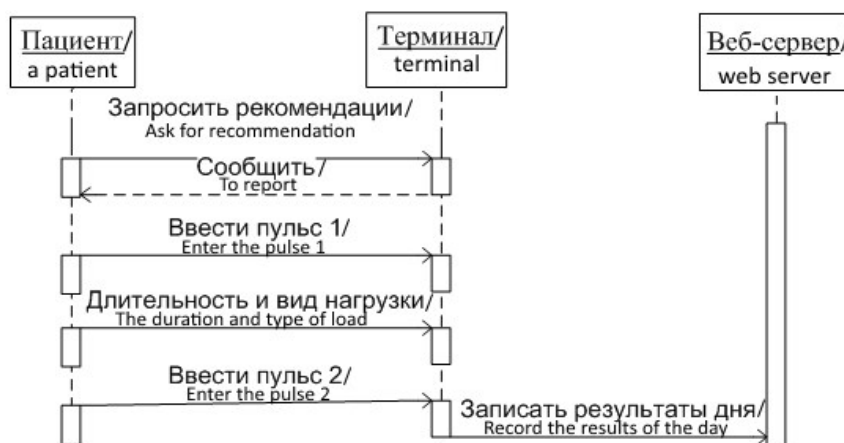


Рисунок 5. Диаграмма последовательности для функции контроля физической активности.
Figure 5. Sequence diagram for physical activity monitoring functions.

На основании проведенного анализа можно сформулировать следующие обязательные требования к клиентскому ПО, размещенному на мобильном терминале пациента:

- 1) формировать сообщения о необходимости приема медикаментов по заданной схеме;
- 2) обеспечивать внесение данных;
- 3) сохранять в локальной памяти и передавать на сервер записи о физической активности, приеме лекарств и дневника самообследования;

4) получать с сервера схему приема лекарств и информационные сообщения;

5) сравнивать вводимые параметры с заданными критериями ухудшения состояния.

Для решения этих задач мобильное приложение должно включать базу данных – схему приема лекарств, службу поддержки фоновой работы для генерации запросов к БД через интервалы времени для проверки необходимости запуска основного интерфейсного

приложения для отображения оповещения просмотра пациентом справочной информации на экране мобильного устройства и для (рисунок 6).

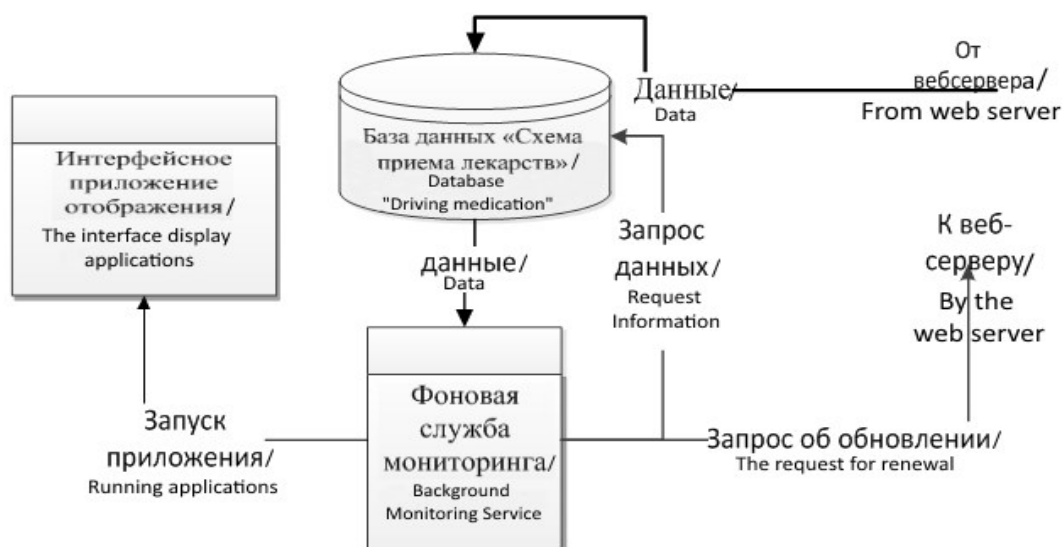


Рисунок 6. Схема клиентского приложения мобильного терминала пациента

Figure 6. Scheme of mobile client application terminal patient

Интерфейсное приложение может быть запущено пользователем для просмотра информации о приеме медикаментов, настройки оповещений в любой момент времени, а также оно запускается специальной службой, которая постоянно работает на мобильном терминале и через определенные промежутки времени сверяться с локальной базой данных и раз в сутки с серверной.

В прецеденте «Оценка состояния больного» участвуют:

1) врач – пользователь, которым может быть медицинский персонал, наблюдающий за больным с ХСН, 2) веб-сервер – серверное приложение, поддерживающее систему связи и / или управления БД, хранящее информацию обо всех пользователях-пациентах и доступное через интернет в веб-браузере врача, 3) мобильный терминал больного с ХСН с клиентским ПО.

Диаграмма деятельности представлена на рисунке 7.

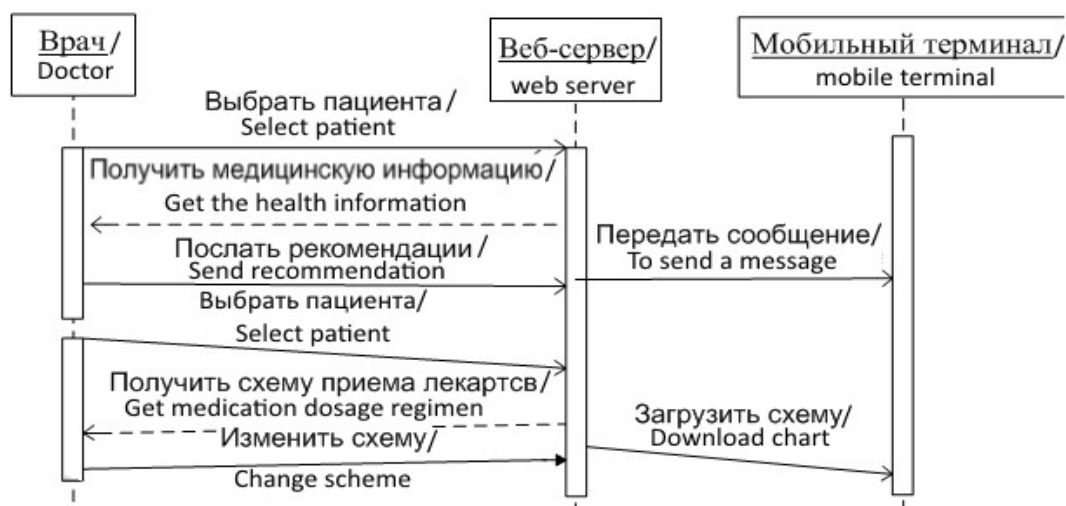


Рисунок 7. Диаграмма последовательности для функции оценки состояния больного

Figure 7. The sequence diagram for patient evaluation function

Заключение

На основании проведенного анализа можно сформулировать следующие обязательные требования к серверному ПО, помимо основной функции накопления информации о закрепленных больных с ХСН:

1. авторизированный доступ;

2. поиск по базе заданного больного или по заданным значениям параметров его состояния;
3. вывод информации в текстовой и графической форме;
4. обмен информационными сообщениями с зарегистрированными мобильными терминалами.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Abrams S. J., Smith, P., Martinez M. Heart problems and congestive heart failure and its treatment methods: clinical studies // Heart J. 2015. № 36. P. 715–723
- 2 Pieske B. What could be new in the 2014 recommendation? Oral presentation 02/09/2013 European Society of Cardiology (ESC). Amsterdam, 2013.
- 3 Басаргина Е. Н., Архипова Е. Н., Жарова О. П. Диагностика сердечной недостаточности у детей // Доктор.Ру Кардиология Ревматология. 2014. № 4(92). С. 25–27
- 4 Torres A., Jaski W. DI B., Hughes' G. et al. Primary results and analyzes SKHN Trial (characterization and study of heart failure with BNP in the house) // J. Am. Coll. Cardiol. 2013. V. 61. № 16. P. 1726–1735..
- 5 Осташов В. В. Основы патологической физиологии. Пособие для врача. М.: «Медицина», 2014. 704 с.
- 6 Карасюков В. А., Малинин Е. М., Сорокина М. Ю. Сравнительное рандомизированное научное исследование заболеваемости больных ХСН (хронической сердечной недостаточностью) // Здоровое сердце. 2014. №2(2). С. 65–89.
- 7 Петровский Д. В. Диагностика и лечение больных острым инфарктом миокарда с подъемом сегмента ST электрокардиограммы. Рекомендации РКО. М., 2013
- 8 Медведев С. И., Гредякин Н. П. Фундаментальные понятия общей патологии. Часть 1. М., 2014. 624 с.
- 9 Медведев С. И., Гредякин Н. П. Фундаментальные понятия общей патологии. Часть 2. Патохимия. М., 2014. 688 с.
- 10 Котов В. Ю., Агеев Ф. К., Ватутин Г. Т., Коротаев А. Н. и др. Врачебные рекомендации ОССН, РКО и РНМОТ по диагностированию и лечению ХСН. М., 2013.

REFERENCES

- 1 Abrams S. J., Smith, P., Martinez M. Heart problems and congestive heart failure and its treatment methods: clinical studies. Heart J. 2015. no. 36. pp. 715–723

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Александр В. Лемешкин доцент, к.т.н, кафедра информационных технологий моделирования и управления, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394000, Россия, sansan55@mail.ru

Юлия А. Сафонова доцент, к.т.н, кафедра информационных технологий моделирования и управления, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394000, Россия, кулакova7@yandex.ru

Людмила А. Коробова доцент, к.т.н., кафедра информационных технологий моделирования и управления, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394000, Россия, lyudmila_korobova@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Александр В. Лемешкин проанализировал данные
Юлия А. Сафонова систематизировала информацию
Людмила А. Коробова написала рукопись, несёт ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 21.09.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 12.02.2018

2 Pieske B. What could be new in the 2014 recommendation? Oral presentation 02/09/2013 European Society of Cardiology (ESC). Amsterdam, 2013

3 Basargina E.N., Arkhipova E.N., Zharova O.P. Diagnosis of heart failure in children. *Doktor.Ru Kardiologiya* [Doktor.Ru Cardiology Rheumatology] 2014. no. 4 (92). pp. 25–27 (in Russian)

4 Torres A., Jaski W. DI B., Hughes' G. et al. Primary results and analyzes SKHN Trial (characterization and study of heart failure with BNP in the house). *J. Am. Coll. Cardiol.* 2013. vol. 61. no. 16. pp. 1726–1735.

5 Ostakhov V. V. *Osnovy patologicheskoi fiziologii* [Basis of pathologic physiology. Guide for the doctor] Moscow, "Medicine", 2014. 704 p. (in Russian)

6 Karasukov V. A., Malinin E. M., Sorokina M. Y. Comparative, randomized, scientific study of morbidity in patients with CHF (chronic heart failure). *Zdorovoe serdtse* [Healthy heart] 2014. no. 2(2). pp. 65–89. (in Russian)

7 Petrovski D. V. *Diagnostika i lechenie bol'nykh ostrym infarktom miokarda* [Diagnosis and treatment of patients with acute myocardial infarction with ST elevation ECG segment. Recommendation CSC] Moscow, 2013 (in Russian)

8 Medvedev S. I., Greacen N. P. *Fundamental'nye ponyatiya obshchei patologii* [The fundamental concepts of General pathology. Part 1] Moscow, 2014. 624. (in Russian)

9 Medvedev S. I., Greacen N. P. *Fundamental'nye ponyatiya obshchei patologii* [The fundamental concepts of General pathology. Part 2. Patagonia] Moscow, 2014. 688 p. (in Russian)

10 Kotov V.Y., Ageev F.K., Vatutin G.T., Korotaev A.N. et al. *Vrachebnye rekomendatsii OSSN, RKO i RNMOT* [Doctor's recommendations PRAs, the RKO and RNMOT on the diagnosis and treatment of heart failure] Moscow, 2013. (in Russian)

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Aleksandr V. Lemeshkin Cand. Sci. (Engin.), associate professor, Department informational simulation technology and management department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution av., 19, Voronezh, 394000, Russia, sansan55@mail.ru

Yuliya A. Safonova Cand. Sci. (Engin.), associate professor, Department of informational simulation technology and management, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution av., 19, Voronezh, 394000, Russia, kulakova7@yandex.ru

Lyudmila A. Korobova Cand. Sci. (Engin.), associate professor, Department of informational simulation technology and management, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution av., 19, Voronezh, 394000, Russia, lyudmila_korobova@mail.ru

CONTRIBUTION

Aleksandr V. Lemeshkin analyzed data
Yuliya A. Safonova organize information
Lyudmila A. Korobova wrote the manuscript, to be responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 9.21.2017

ACCEPTED 2.12.2018