

УДК 517.977

Е. С. Чухланцев, кандидат технических наук, доцент  
 Г. А. Благодатский, кандидат технических наук, доцент  
 И. А. Осколков, студент  
 ИжГТУ имени М. Т. Калашникова

## РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ ЗДОРОВЬЯ ПАЦИЕНТА С ПРИМЕНЕНИЕМ ОБЛАЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

В рамках данной статьи рассмотрены существующие на сегодняшний день проблемы, возникающие при оказании специализированной медицинской помощи больным людям. Далее была разработана концептуальная модель системы автоматизированного мониторинга состояния здоровья пациента. На основе оригинальной концептуальной модели была разработана математическая модель, позволяющая произвести построение ER- и UML-диаграмм, необходимых для более детального анализа протекающих внутренних процессов. Исследование процесса автоматизации мониторинга опасных для здоровья сочетаний симптомов и установленных наборов опасных состояний здоровья позволило собрать реляционную базу данных (на основе среды разработки SQLite 3), необходимую для грамотной и безотказной функциональности системы. Локализация возможных симптомов существующих болезней и поражений частей тела в единый графический интерфейс, связанная с разработанными моделями классов предметной области и структурой данных информационной системы, позволило реализовать дружелюбный графический интерфейс пользователя. Для доведения разработанной информационной системы до общедоступного уровня было принято решение о применении в основе разработки облачных веб-технологий. Размещение автоматизированной системы мониторинга состояния здоровья пациента планируется произвести на облачных серверах, что, в свою очередь, окажет положительный эффект как с точки зрения доступности, так и возможности мгновенного распространения выпущенных обновлений.

**Ключевые слова:** мониторинг состояния здоровья, математическое моделирование, опасные состояния, локализация симптомов, базы данных, интерфейс пользователя, UML.

Одной из наиболее острых проблем на данный момент в современной медицине зачастую является отсутствие возможности экстренного или планового выхода врача на дом или предприятие. Следовательно, возникает необходимость самостоятельного посещения тяжело больным или только болевающим пациентом медицинского учреждения. Что, в свою очередь, может привести к ухудшению состояния здоровья больного или ускорить процесс распространения вирусов в обществе путем многократных контактов на улице или в общественном транспорте при самостоятельной транспортировке в медицинское учреждение.

Поэтому в рамках данной работы перед авторским коллективом была поставлена задача разработки автоматизированной системы мониторинга состояния здоровья пациента с применением облачных технологий.

После утверждения концептуальной схемы проекта (рис. 1) была разработана оригинальная математическая модель. Опасные состояния здоровья [1] представляют собой множество

$$S = \{S_i\} \quad i = \overline{1, n}, \quad (1)$$

где  $S_i$  – опасное состояние.

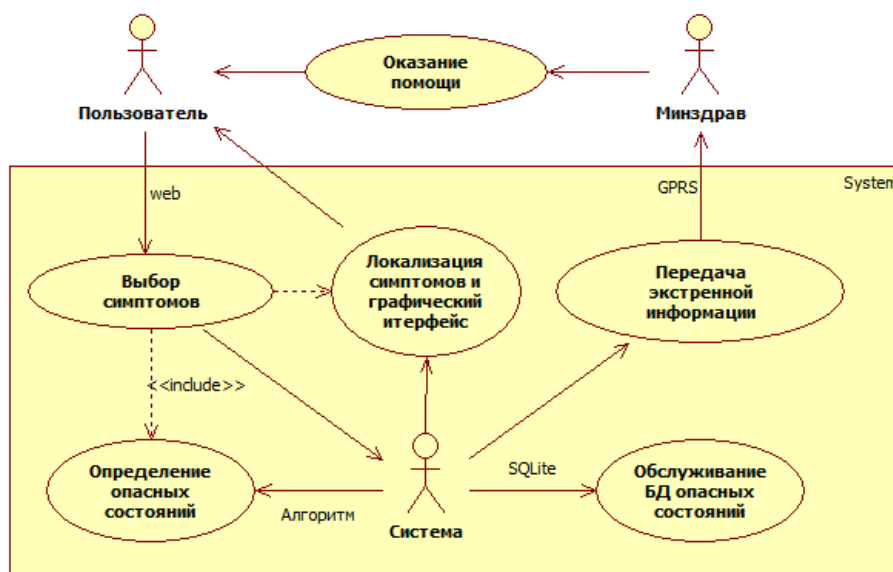


Рис. 1. Концептуальная схема системы

Всего в системе выявлено  $n = 220$  опасных состояний. Каждое опасное состояние характеризуется комбинацией симптомов из множества симптомов

$$V = \{v_j\}, j = \overline{1, m}. \tag{2}$$

В системе определено  $m = 246$  симптомов, встречающихся в опасных для жизни и здоровья состояниях. Таким образом опасное состояние

$$S_i = \{v_k\}, k \in N_m, \tag{3}$$

где  $\|S_i\| \leq m$ .

На основе разработанной математической модели была составлена модель классов (рис. 2) и структура данных опасных состояний (рис. 3). Рассматриваемые нами сущности включают в себя множество  $S = \{S_i\}$ , представленное таблицей «Sost» и множеством  $V = \{v_j\}$  – «Simpt». Дальнейшую реализацию информационной системы [2] представляет собой таблица «Sost-Simpt», позволяющая приступить к разработке базы данных с применением системы управления базами данных «SQLite3» (рис. 4).

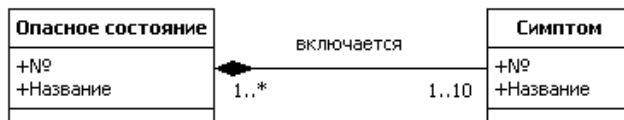


Рис. 2. Модель классов предметной области

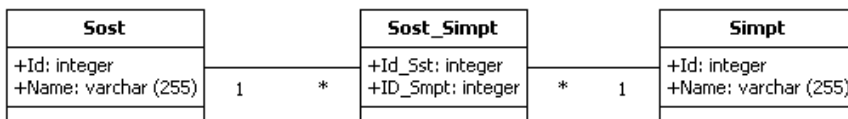


Рис. 3. Структура данных модели опасных состояний

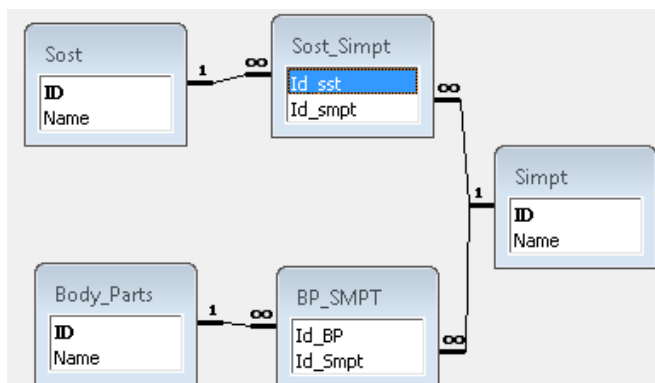


Рис. 4. База данных модели опасных состояний

Одним из особых требований к разработке информационной системы является снижение информационной нагрузки на пользователей, что подразумевает под собой не только принципы адаптивности информационных моделей, но и дружелюбность разрабатываемого интерфейса [3, 4].

Следовательно, наиболее правильным на данный момент решением была разработка модели и структуры данных для локализации симптомов

$$\begin{cases} V = \{v_j\}, j = \overline{1, m}, \\ B = \{B_l\}, l = \overline{1, m}, \end{cases} \tag{4}$$

где  $B_l = \{v_i\}, i \in N_m$ , физически реализованная в БД. Также необходимо учитывать, что для локализации симптомов обязательно выполнение требования однозначности локализации – симптом  $v_i, i \in N_m$  должен быть у одной части тела  $B_l$ . Параметр «общие симптомы» применим для всего организма в целом (рис. 5, 6).

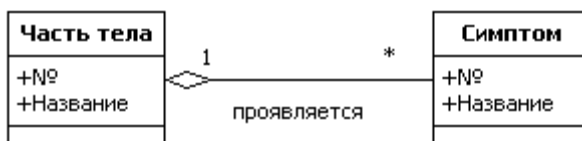


Рис. 5. Модель классов локализации симптомов

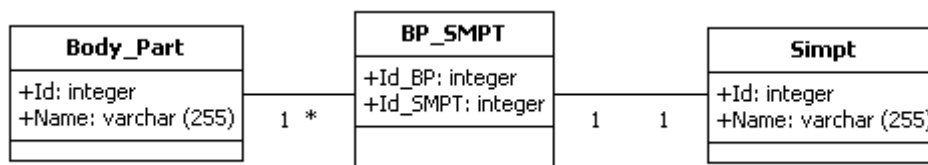


Рис. 6. Структура данных локализации симптомов

Разработка пользовательского интерфейса велась при соблюдении условия дружелюбности и простоты использования. Пользовательский интерфейс системы представлен тремя экранными формами: форма

редактирования опасных состояний (рис. 7), форма редактирования локализации симптомов по частям тела (рис. 8), форма анализа выбранного пользователем списка симптомов (рис. 9).

Рис. 7. Форма редактирования опасных состояний

Рис. 8. Форма редактирования локализации симптомов по частям тела

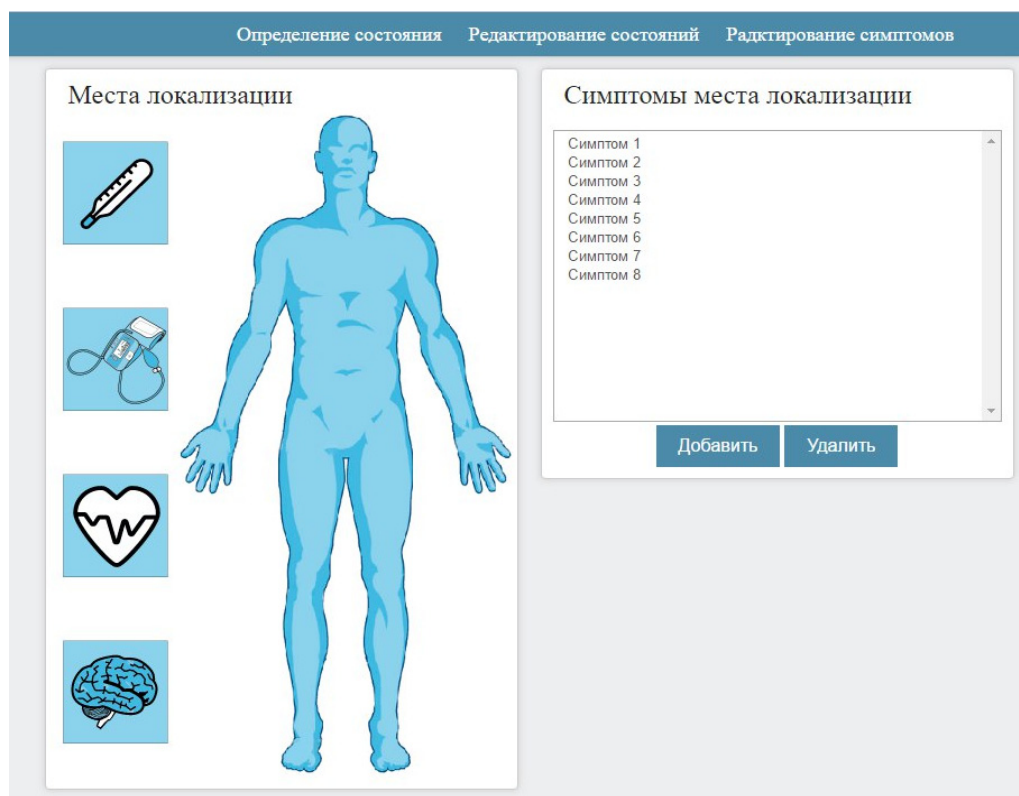


Рис. 9. Форма анализа выбранного пользователем списка симптомов

#### Библиографические ссылки

1. Медик В. А., Юрьев В. К. Общественное здоровье и здравоохранение. – М. : ГЕОТАР-Медиа, 2012. – 608 с.
2. Благодатский Г. А., Горохов М. М., Тенев В. А. Программно-инструментальные средства повышения эффективности внутренних бизнес-процессов предприятий. – Ижевск : Изд-во ИжГТУ имени М. Т. Калашникова, 2015. – 188 с.

3. Чухланцев Е. С., Максимова В. В. Разработка автоматизированной системы управления складом // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Электротехника, информационные технологии, системы управления. – 2015. – № 4 (16). – С. 98–105.
4. Матвеева И. В. Проектирование информационно-аналитического портала «Виртуальный бизнес-инкубатор» // Интеллектуальные системы в производстве. – 2017. – Том 15; № 1. – С. 78–81.

\*\*\*

E. S. Chukhlantsev, PhD in Engineering, Associate Professor, Kalashnikov ISTU  
 G. A. Blagodatsky, PhD in Engineering, Associate Professor, Kalashnikov ISTU  
 I. A. Oskolkov, Student, Kalashnikov ISTU

#### The Development of Automated Information System of Monitoring the State of Health of the Patient with Application of Cloud Technologies

The paper considers the existing nowadays problems appearing when giving a specialized medical aid to the diseased. The conceptual model of the automated system of monitoring the state of health of the patient has been further developed. Based on the original conceptual model, the mathematical model has been developed that allowed for plotting the ER- and UML-diagrams necessary for more detailed analysis of the current inside processes. Investigation of the process of automation of monitoring the combinations of symptoms dangerous for health and established sets of dangerous states of health allowed for collecting the relation database (based on the SQLite 3 design media), necessary for valid and non-fail operation of the system. Localization of possible symptoms of existing illnesses and damages of body parts into a single graphic interface related to the developed models of classes of the subject area and structure of data of the information system allowed for implementing the friendly graphic user's interface. To further develop the created information system up to the commonly available level, the decision was made on application of cloud web technologies as its basis. It is planned to locate the automated system of monitoring the state of health of the patient on cloud servers which, in turn, will have a positive effect both from points of view of availability and instant distribution of released upgrades.

**Keywords:** health monitoring, mathematical modeling, dangerous states, localization of symptoms, databases, user interface, UML.

Получено: 24.04.17