

## ОБОСНОВАНИЕ СОЦИАЛЬНОЙ И МЕДИЦИНСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОННОЙ МЕДИЦИНСКОЙ КАРТЫ ПАЦИЕНТА

**Давлеткиреева Л.З.**

*ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»,  
г. Магнитогорск, e-mail: ldavletkireeva@mail.ru*

Медицина – одна из наиболее важных областей применения интеллектуальных систем, которые наиболее эффективно работают, используя большие выборки данных для обучения: результаты анализов больных, медицинского обследования, назначенного лечения, предоставленных медиками. В современном мире использование методов и алгоритмов искусственного интеллекта для упрощения и автоматизации различных сфер человеческой деятельности получает все большее развитие. А значит, залогом эффективности лечебного процесса становится интеллектуальная система, что и обуславливает актуальность данной работы. Показатели эффективности работы медицинской информационной системы искусственного интеллекта служат критерием социальной и медицинской значимости в развитии сферы здравоохранения. В целом, эффективность медицинской системы выражается уровнем влияния и воздействия её на сохранение и улучшение здоровья населения, повышением результативности лечебного процесса, в предотвращении потерь временных ресурсов. Эффективность медицинской информационной системы измеряется набором критериев и показателей, каждый из которых описывает какую-либо сторону процесса медицинской деятельности.

**Ключевые слова:** эффективность, социальная эффективность, медицинская эффективность, электронная медицинская карта, автоматизированная информационная система, интеллектуальная система, медицинская информационная система

## RATIONALE FOR SOCIAL AND MEDICAL EFFICIENCY DESIGN OF ELECTRONIC PATIENT RECORDS

**Davletkireeva L.Z.**

*Nosov Magnitogorsk State Technical University, Magnitogorsk, e-mail: ldavletkireeva@mail.ru*

Medicine - one of the most important areas of application of intelligent systems that operate most efficiently, using large sample data for training: results of analyzes of patients, medical examination, prescribed treatment provided by physicians. In today's world, the use of methods and algorithms of artificial intelligence to simplify and automate the various spheres of human activity is increasingly developing. So, the key to the effectiveness of the treatment process becomes intelligent systems, which causes the urgency of this work. Performance indicators of medical artificial intelligence information system are the criterion of social and medical significance in the development of the health sector. In general, the effectiveness of the medical system is expressed by the level of influence and the impact of it on the preservation and improvement of health of the population, an increase in efficiency of the treatment process, to prevent temporary loss of resources. The effectiveness of a health information system is measured by a set of criteria and indicators, each of which describes some aspect of the process of medical activity.

**Keywords:** efficiency, social efficiency, the effectiveness of the medical, electronic medical record, automated information system, intelligent system, medical information system

Проблема эффективной диагностики в рамках стоматологической поликлиники имеет большое значение в сфере здравоохранения. Сохранение здоровья населения является сложным процессом, требующим всесторонних знаний и опыта, четко выстроенной системы работы. Понятие эффективности использования медицинской системы не нужно путать с общеэкономической формой эффективности и её показателями в сфере производства материальных благ. В сфере медицины, даже при использовании самого квалифицированного труда и современных медицинских технологий, результат может иметь как «нулевой», так и «отрицательный» результат. В рамках проекта была разработана типовая ИТ-

инфраструктура интеллектуальной системы NeirCart (рис. 1), для автоматизации деятельности типовой поликлиники. Она наиболее оптимально подходит для запуска пилотного проекта [2-4, 9].

Пользователем системы NeirCart является лицо, участвующее в функционировании информационной системы или использующее результаты ее функционирования. Пользователем системы NeirCart является любой врач-стоматолог поликлиники, имеющий доступ к системе и ее ресурсам в соответствии с установленным порядком и в соответствии с его функциональными обязанностями. Пользователи системы делятся на 2 категории:

Администратор системы. Сотрудник

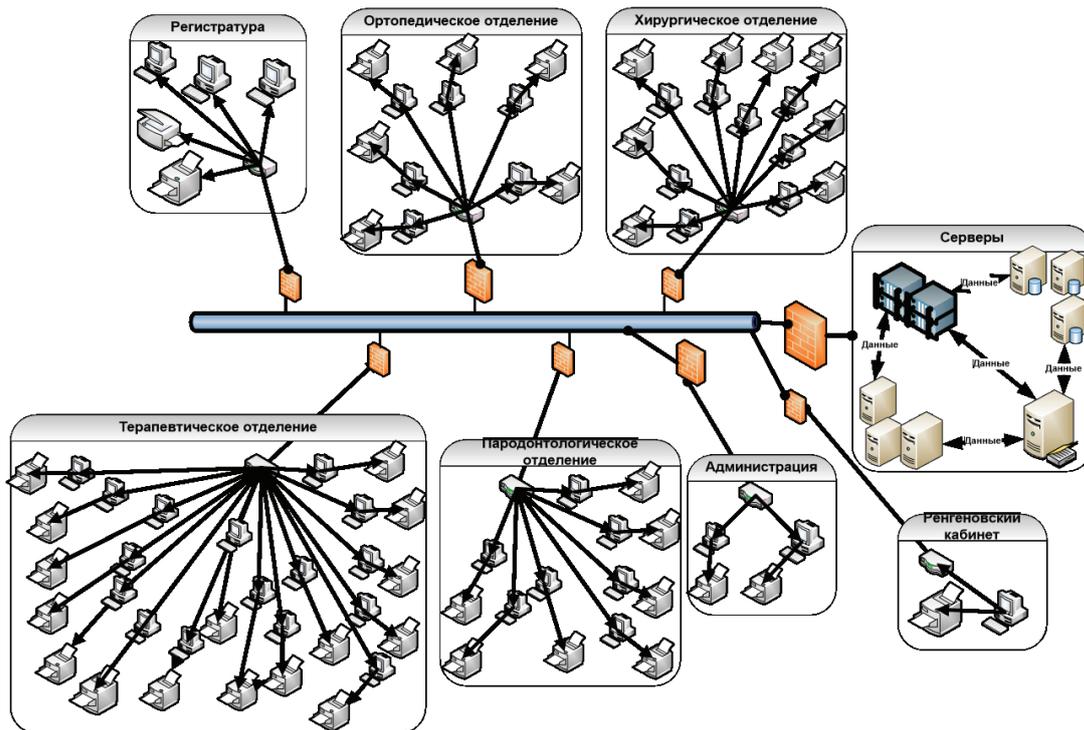


Рис. 1. ИТ-инфраструктура для запуска пилотного проекта

организации-разработчика, занимающийся настройкой, внедрением и сопровождением системы NeurCart. Администратор системы имеет следующие полномочия:

- а) имеет полную информацию о системном и прикладном программном обеспечении системы;
- б) имеет полную информацию о конфигурации баз знаний и баз данных системы NeurCart;
- в) обладает возможностью доступа ко всем техническим средствам обработки информации;
- г) имеет права на конфигурирование и административную настройку технических средств системы NeurCart.

Оператор системы. Сотрудники поликлиники, работающие с системой и эксплуатирующие её. Оператор системы имеет следующий уровень доступа: имеет все необходимые атрибуты (паролем), обеспечивающие доступ к персональным данным; обладает конфиденциальными данными, к которым осуществляет доступ. Категории пользователей системы должны быть указаны для системы. Должно быть детализировано разделение сотрудников внутри категорий, в соответствии с типами пользователей.

По результатам анализа было принято решение, что данная информационная ин-

фраструктура полностью покрывает требуемый функционал при пилотном запуске.

Обоснование медицинской и социальной эффективности проекта

Социальная эффективность – это степень достижения социального результата. В отношении конкретного пациента – это излечение заболевания, удовлетворенность медицинской помощью. На уровне всей сферы – это улучшение здоровья населения, снижение уровня показателей осложнений, удовлетворенность общества в целом медицинской информационной системой искусственного интеллекта.

Социальная эффективность здравоохранения по своей сути довольно близка к медицинской эффективности. Однако их следует различать. Медицинская эффективность измеряется величиной медицинского эффекта непосредственно при медицинском вмешательстве на больном или здоровом, сдвигами и его здоровье с начала заболевания до полного выздоровления и восстановления трудоспособности. Социальная же эффективность, в свою очередь, характеризуется сдвигами в здоровье населения, снижением заболеваемости, снижением наступления осложнений, улучшением показателей стоматологического состояния, непрерывно возрастающим удовлетворением населения в медицинской помощи. Социальная эффек-

тивность медицинской системы заключается в предотвращении заболеваний у какой-то части населения, в снижении количества осложнений, а также в росте качества и культуры медицинского обслуживания и экономии времени пациентов при различных организационных формах медицинского стоматологического обслуживания[5-8].

За единицу измерения социального ущерба принимается частота возникновения среди населения отрицательных сдвигов в состоянии здоровья, характеризующих, с одной стороны, наличие болезненных состояний, а именно степень поражения заболеванием, а с другой – степень тяжести болезни и ее исход, другими словами патологические состояния в определенный период или момент времени. Социальная эффективность будет проявляться в улучшении всех этих показателей в результате внедрения системы искусственного интеллекта «Электронная медицинская карта пациента NeirCart», обеспечивающей возможность работы с данными пациента, профилактики и лечение заболеваний, укрепление здоровья.

Под медицинской эффективностью следует понимать степень достижения поставленных задач в области профилактики и диагностики заболеваний, учитывая критерии качества, адекватности и результативности. Медицинская эффективность может измеряться сравнением результата с потраченными усилиями и затратами: при прочих равных условиях медицинская информационная система может быть более эффективной; если научный уровень и уровень исполнения обеспечивают лучший и больший медицинский результат.

Медицинскую эффективность можно проследить на примере работы ЭМК NeirCart в условиях терапевтического отделения. В общем виде функционирование системы в данном отделении характеризуется числом прошедших пациентов и показателями средней длительности диагностики. Однако характеристика этих показателей не дает полной картины, так как в действительности медицинская эффективность может определяться только качеством лечения и диагностики, выражающимся в улучшении состояния полости рта пациента, другими словами, измеряться только оценкой величины сдвигов в состоянии здоровья. Разнообразие методов лечения и диагностики, используемых при различных заболеваниях слабо позволяют сформировать универсальный метод оценки медицинской эффективности по совокупности количественных и качественных показателей. Однако для идентичных отделений одной мощности и

структуры такая задача представляется возможной.

Так как, здравоохранение является сложнейшей динамичной сферой, медицинская, социальная и экономическая эффективность информационных систем не может иметь какого-либо универсального показателя. Эффективность их может измеряться только суммой особых критериев и показателей, каждый из которых характеризует какую-либо сторону явления или процесса в сфере медицины. Следует заметить, что в последние годы ученые пытаются найти синтетические, интегрированные показатели, которые характеризовали бы медицинскую, социальную и экономическую стороны[1].

Социальная эффективность измеряется путем вычисления размеров предотвращенного социального ущерба, то есть абсолютного числа заболеваний, и осложнений, возникновение которых было предупреждено в результате работы медицинской информационной системы. Это измерение возможно с достаточно высокой достоверностью в тех случаях, когда имеется выраженная зависимость между конкретными мероприятиями и интенсивностью распространения и формой тяжести какого-либо заболевания.

Величину социального эффекта по снижению заболеваемости или предупреждению наступления осложнений при постоянном населении можно определить по формуле (1):

$$E_s = A_0 \times t - (A_1 + A_2 + A_3 + \dots + A_t) \quad (1)$$

где,  $E_s$  – социальный эффект, который выражается числом предотвращенных случаев заболеваемости и осложнений;

$A_0$  – количество случаев заболеваний или осложнений в базисном году;

$A_t$  – количество случаев заболеваний или осложнений в конечном наблюдаемом году;

$t$  – количество лет наблюдения.

Рассчитаем социальную эффективность использования системы искусственного интеллекта «Электронная медицинская карта пациента NeirCart».

В среднем в стоматологическую поликлинику каждый день обращается примерно 40 новых пациентов. Поликлиника работает около 257 дней в году. И того около 10 280 пациентов в год. Попробуем предсказать динамику заболеваемости на следующие 10 лет. По данным исследования Министерства Здравоохранения РФ число стоматологических заболеваний в основе которых лежат кариозные процессы варьируется от 60 до 90 %. Повышение скорости диагностики, которому способствует внедрение медицинской системы приводит к снижению

образования кариозных процессов на 25-30 %. Заболеваемость в 2017 году: возьмем наименьшее значение кариозной заболеваемости, равное 60 % и наименьшее снижение кариеса – 25%.

Тогда, количество предотвращенных заболеваний

$$10\ 280 \times (0,6 \times 0,25) = 10\ 280 \times 0,15 = 1542.$$

$10\ 280 - 2\ 313 = 8\ 738$  – количество заболеваний в 2017 году.

Аналогично проведем расчет на 10 лет и рассчитаем социальный эффект:

$$E_s = 10\ 280 \times 10 - (8\ 738 + 7\ 427 + 6\ 313 + 5\ 366 + 4\ 561 + 3\ 877 + 3\ 296 + 2\ 801 + 2\ 381 + 2\ 024) = 100\ 280 - 46\ 784 = 53\ 496$$

Таким образом мы можем говорить о том, что в результате использования системы искусственного интеллекта «Электронная медицинская карта пациента NeirCart» можно добиться снижения количества заболеваний и осложнений на 53 процента в течение 10 лет.

Сопоставление совокупности качественных показателей, демонстрирующих состояние здоровья больных с одними и теми же заболеваниями и одного уровня тяжести до обращения за стоматологической помощью, после окончания лечения и при полном выздоровлении, может характеризовать уровень медицинского эффекта использования медицинской информационной системы в сравнении с неавтоматизированными отделениями, а при сопоставимых затратах – медицинскую эффективность.

Величина медицинского эффекта может быть определена путем сравнения продолжительности и полноты диагностики пациента, например, в условиях работы с системой NeirCart и в неавтоматизированном отделении.

Математически, расчет медицинской эффективности записан формулой (2):

$$Em = \frac{\sum_{i=1}^n d_i + r_1}{\sum_{j=1}^s d_j + r_j} \quad (2)$$

Где,  $Em$  - коэффициент медицинской эффективности;

$\sum_{i=1}^n$  – число дней лечения в отделении, использующем ЭМК NeirCart;

$\sum_{j=1}^s$  – число дней лечения в неавтоматизированном отделении;

$d$  – время осмотра и диагностики, при посещении стоматолога;

$r$  – время лечения при посещении стоматолога.

Если  $Em < 1$ , то при использовании медицинской информационной системы достигнут медицинский эффект.

Если  $Em = 1$ , то эффективность лечения одинакова.

При  $Em > 1$  использование информационной системы не привело к лучшим результатам лечения.

Рассчитаем медицинский эффект от использования системы искусственного интеллекта «Электронная медицинская карта пациента NeirCart».

В среднем, до полного излечения заболеваний кариозной природы проходит 2-4 посещения стоматолога. В результате ранней диагностики проблем полости рта, вполне возможно сокращение времени до 1-3 посещений. Диагностика полости рта занимает в среднем от 5 до 10 минут, включая заполнение амбулаторной карты.

Система в процессе заполнения данными укажет стоматологу ключевые моменты осмотра и позволит сократить время диагностики до 2-4 минут. Лечение занимает в лучшем случае 20 минут. Оставим время лечения неизменным.

Проведем расчет: возьмем за основу средние результаты.

$$Em = \frac{\sum_{i=1}^3 3 + 20}{\sum_{j=1}^3 7,5 + 20} = \frac{23 + 23 + 23}{27,5 + 27,5 + 27,5} = \frac{69}{82,5} \approx 0,84$$

Так как  $Em < 1$ , то можно говорить об успехе использования медицинской информационной системы NeirCart, в результате которой достигнут положительный медицинский эффект.

Оценим общую и емкостную сложность алгоритма. Пусть  $n$  – количество объектов в предметной области, а  $t$  – количество правил в БЗ. Заметим, что данный алгоритм выполняется только для тех показателей, которые еще не участвовали в логическом выводе. Из этого следует, что каждый показатель в алгоритме обрабатывает не более одного раза. Для показателей, чьи значения не влияют на значения устанавливаемого объекта, алгоритм не выполнится ни разу. Число же операций шага 2 алгоритма будет порядка  $t$ , так как каждое правило используется не более одного раза. Все это дает общую сложность алгоритма в виде формулы (3):

$$O(n+t) \quad (3)$$

Далее перейдем к оценке емкостной сложности. В основе данной модели находятся ссылки. Каждая ссылка занимает фиксированный объем памяти. Поэтому размер

модели напрямую зависит от общего числа ссылок в ней.

Проведем оценку количества ссылок, необходимых для введения нового правила. Каждая пара «[показатель]=[значение]» из части «ЕСЛИ» правила требует по одной ссылке соответственно на объект и его значение и еще одну для создания ветвления. Для такой же пары из части «ТО» потребуется только две ссылки. Одна – для элемента показателя, вторая – на значение. Таким образом, количество добавленных ссылок зависит только от количества пар «[показатель]=[значение]» в частях «ЕСЛИ» и «ТО» правила и не зависит от количества правил в БЗ.

Легко видеть, что число ссылок во всей БЗ равно формуле (4)

$$O(n + m + h + k) \quad (4)$$

где,

$n$  – количество объектов;

$m$  – общее количество разрешенных значений для всех объектов;

$h$  – количество пар в части «ЕСЛИ»;

$k$  – количество пар в части «ТО».

При написании данной работы проводилось изучение нормативно – правовых документов, регламентирующих деятельность стоматологической поликлиники, внутренними нормативными документами МУЗ «Стоматологическая поликлиника № 3» г. Магнитогорска.

Результатом использования системы NeirCart станет достижение положительных показателей социальной и медицинской эффективности и снижение количества осложнений заболеваний полости рта на 53 процента в течение следующих 10 лет после внедрения системы. На основании результатов можно говорить о том, что система NeirCart при успешной реализации и внедрении имеет социальную и медицинскую эффективность. Данная система рекомендована для использования в стоматологических поликлиниках различного профиля. В перспективе, при соответствующей модернизации, система может быть использована в сфере лечения

терапевтических заболеваний, с внедрением в соответствующее лечебное учреждение.

#### Список литературы

1. Андреева О.В. Оценка эффективности деятельности органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации в сфере здравоохранения / О.В. Андреева, Н.В. Белова // Здравоохранение. 2010. - №10. - С.14-19
2. Курзаева Л.В., Новикова Т.Б., Лактионова Ю.С., Петеляк В.Е. Применение метода попарных сравнений для определения значения функции принадлежности нечеткой переменной в задачах управления социально-экономическими системами // Заметки ученого. 2015. Т. 1. № 5-1 (5). С. 87-89.
3. Масленникова О.Е., Назарова О.Б. Роль и место проектной работы студентов в их профессиональном становлении/О.Е.Масленникова, О.Б.Назарова//Новые информационные технологии в образовании. Материалы VIII Международной научно-практической конференции. Российский государственный профессионально-педагогический университет. 2015. -С. 470-474.
4. Новикова Т.Б., Скарлыгина Н.В., Игнатова Т.А., Иванченко А.Е. Аналитические аспекты разработки автоматизированной информационной системы по формированию отчетности для отдела мультимедийных обучающих систем // Современные научные исследования и инновации. 2016. № 2 (58). С. 185-195.
5. Сильвестрова О.В., Новикова Т.Б., Давлеткиреева Л.З. Развитие технической инфраструктуры ЛПУ // Современные научные исследования и инновации. 2013. № 3 [Электронный ресурс]. URL: <http://web.snauka.ru/issues/2013/03/22907> (дата обращения: 24.06.2015).
6. Столяров А.И., Давлеткиреева Л.З. Разработка технического задания на создание интеллектуальной системы по установлению предварительного диагноза пациента // Материалы VIII Международной студенческой электронной научной конференции «Студенческий научный форум» URL: <http://www.scienceforum.ru/2016/1757/20382> >www.scienceforum.ru/2016/1757/20382 (дата обращения: 15.06.2016).
7. Столяров А.И., Севостьянова А.В. О проблемах внедрения медицинских информационных систем // Сборник трудов международной конференции «Информационные технологии в науке, управлении, социальной сфере и медицине» 2015 г. – Т. 3; Томск: АлтГТУ, 2015. – С. 338-340
8. Столяров А.И., Севостьянова А.В. Опыт применения онлайн-платформы управления проектами «План-Фикс» // Современные научные исследования и инновации. 2016. № 4 [Электронный ресурс]. URL: <http://web.snauka.ru/issues/2016/04/66146> (дата обращения: 26.05.2016).
9. Шарипова У.В., Федоренко И.А., Новикова Т.Б., Курзаева Л.В., Енюгина А.В., Арзамасцева Е.А. Актуальность модели ЕЕРС в описании деятельности компании // Современные научные исследования и инновации. 2016. № 1 (57). С. 141-145.