

УДК 330.133.7

DOI: 10.17223/22229388/22/7

Е.В. Ваганова, Д.С. Жданов, А.А. Земцов

## ОСОБЕННОСТИ ОЦЕНКИ СТОИМОСТИ РАЗРАБОТКИ МЕДИЦИНСКИХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

*Медицинская информационная система (МИС) представлена как объект экономических исследований. Рассмотрены особенности экономики производства МИС. Приведены основные методы оценки стоимости разработки МИС и, исходя из принципов их работы, разбиты на группы доходного, сравнительного и затратного подхода.*

**Ключевые слова:** медицинская информационная система, медицинская информатика, медицинское приборостроение, оценка стоимости разработки.

### Введение

Начало формирования рынка медицинских информационных систем (МИС) было положено в 1960-х, когда они использовались в первую очередь для инвентаризации больницы. На сегодняшний день больницы включают МИС в интеграцию всех клинических, финансовых и административных процессов. Современные МИС состоят из множества приложений, учитывающих потребности различных ведомств в больнице. Больницы, применяющие МИС, имеют доступ к быстрой и надежной информации, в том числе записям пациентов, иллюстрирующим подробности об их демографии, поле, возрасте и т.д.

Все больше руководителей медицинских учреждений начинают воспринимать информационные системы не только как способ автоматизации определенной функции или процесса, но и как инструмент, влияющий на рост экономической эффективности организации. Изложенные предпосылки предоставляют руководителям медицинских организаций возможность более профессионально отнестись к вопросу формирования информационной инфраструктуры, а представителям государственных учреждений – к формированию технических заданий на приобретение, модернизацию и сервисное обслуживание специализированного программного обеспечения для МИС. Устойчивый рост рынка МИС обусловил объективную необходимость оценки разработки программного обеспечения для МИС.

Вопросы оценки стоимости разработки МИС являются ровесниками первых МИС. Еще до их появления на рынке в числе прочих характеристик неизбежно присутствует стоимостная компонента [1].

## Особенности экономики производства медицинских информационных систем

Информационная система (ИС) – это комплекс методологических, программных, технических, информационных и организационных средств, поддерживающих процессы функционирования информатизируемой организации [2]. МИС представляет собой совокупность программно-технических средств, баз данных и знаний, предназначенных для автоматизации различных процессов, протекающих в лечебно-профилактическом учреждении. Система обеспечивает потребность медицинского и управляющего персонала в систематизации информации по различным аспектам деятельности для принятия решений, способствующих достижению целевой функции – повышению качества оказания медицинской помощи [3].

Помимо обозначенной основной цели, перед корпоративной МИС стоит ещё ряд взаимосвязанных и весьма важных задач, среди которых можно отметить следующие:

- создание единого информационного пространства, непосредственными следствиями чего являются ускоренный доступ к информации, повышение качества медицинской документации и т. д.;
- мониторинг и управление качеством медицинской помощи и как результат – снижение вероятности врачебной ошибки, устранение избыточности назначений и многое другое;
- повышение прозрачности деятельности медицинского учреждения (комплекса учреждений) и эффективности принимаемых управленческих решений;
- анализ экономических аспектов оказания медицинской помощи – очень важная задача для отечественного здравоохранения, переходящего на коммерческую основу;
- сокращение сроков обследования и лечения.

Именно в силу сложности и неоднозначности предметной области, именно в силу ответственности за здоровье других людей, которая косвенно ложится на разработчика МИС, специфика медицинской информатики такова, что методология разработки каждой конкретной ИС должна определяться именно теми условиями, в которых эта система будет эксплуатироваться. При разработке такой ИС необходимо уделить внимание целому ряду важных моментов, среди которых:

- детальный анализ структуры организации и механизмов взаимодействия между различными участниками внутренних и внешних процессов;
- планирование программных и аппаратных средств и ресурсов, необходимых для работы системы;
- детальный расчёт ресурсов, необходимых для разработки и сопровождения системы;
- необходимость реализации средств использования информации из ИС и программных комп-

лексов учреждения, использовавшихся в нём до начала разработки системы (унаследованных ИС).

Перечислим основные отличия медицины как предметной области в первую очередь с точки зрения разработчика МИС. Объектом медицины является человек. Предметом медицины являются этиология и патогенез, диагностика и лечение, а также профилактика заболеваний. К сегодняшнему дню медицина достигла значительных успехов в диагностике и лечении многих заболеваний, привлекая для этого всё более технически сложные инструментальные средства и методики. Вся сложность медицины как области человеческой деятельности отражается в том числе и на функционировании медицинских организаций и, соответственно, на проблематике разработки и эксплуатации МИС.

В настоящее время в системе медициной помощи в России происходят серьезные изменения. Разработчики МИС имеют дело с постоянно активно меняющейся предметной областью. Наиболее важные источники этих изменений:

- трансформации в общественной и экономической сфере;
- развитие медицинской науки;
- влияние информационных технологий. Интернет и новые информационные технологии влияют как на поведение пациентов (они становятся более информированными), так и на организацию здравоохранения в целом.

В отличие от большинства других отраслей в медицине имеются три стороны финансово-экономических взаимоотношений сторона-получатель услуг (пациент), сторона, оказывающая услугу (медицинская организация), и сторона, которая за это платит. Еще одной особенностью является то обстоятельство, что даже само решение о том, в какой услуге нуждается пациент, в значительной степени определяется медицинской организацией (стороной, оказывающей услугу), а не плательщиком [4].

Характерной особенностью медицинской информации является её конфиденциальность. Права граждан на конфиденциальность информации о факте обращения за медицинской помощью, на информированное добровольное согласие как предварительное условие для медицинского вмешательства и отказ от него установлены основами законодательства РФ об охране здоровья граждан [5].

В последние годы в РФ появился целый ряд разработок в области комплексных МИС [6,7], предназначенных для автоматизации работы учреждений здравоохранения. Россия открывает для себя достижения медицинской информатики, ведь назначение этой области, находящейся на пересечении информационных и медицинских технологий – воспроизводство и восстановление человеческих ресурсов на основе новых технологических достижений [8].

## Основные подходы к оценке стоимости разработки медицинских информационных систем

Создание медицинских информационных систем связано с финансовыми затратами. Одним из направлений исследований в экономике программных продуктов является оценка трудоемкости (трудозатрат) [9,10].

Оценка представляет собой комплекс мероприятий юридического, экономического, организационно-технического и иного характера, направленный на установление ценности объекта оценки как товара. На сегодняшний день известно несколько подходов и реализуемых в их составе методов, с помощью которых даются денежные оценки стоимости [11]. Оценочная деятельность осуществляется в соответствии с Федеральным законом РФ от 29.07.1998 N 135-ФЗ (ред. от 13.07.2015) «Об оценочной деятельности в Российской Федерации» (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.01.2016) [12].

В отечественной оценке используются три основных общепринятых подхода к оценке стоимости:

- *Доходный подход (Income approach)* – совокупность методов оценки стоимости объекта оценки, основанных на определении ожидаемых доходов от использования объекта оценки.

Поскольку отдача от разработки и, впоследствии, внедрения медицинских информационных технологий в целом складывается из экономии средств по отдельным направлениям их расходования, то оценки достигаемого экономического эффекта могут быть получены путем выявления как можно более полного круга преимуществ, обеспечиваемых информационными системами. Наиболее ощутимыми выгодами внедрения медицинских информационных технологий являются следующие:

- 1) выгоды от сокращения количества действий с медицинскими картами, возможности копирования записей (экономия времени медсестер на работу с документами, сравнение общего фонда зарплаты медсестер по отделениям за год);
- 2) экономия затрат на лекарственные препараты (сравнение стоимости потребленных лекарственных средств за год);
- 3) экономия на лабораторных исследованиях (сравнение суммарных годовых затрат лабораторий);
- 4) экономия на радиологических исследованиях (сравнение суммарных годовых затрат отделений, которые проводят радиологические исследования);
- 5) выгоды от сокращения сроков госпитализации (сравнение данных о количестве койко-дней за год и данных об общей стоимости койко-дней за год);

б) экономия затрат на работу с платежными документами (общий фонд зарплаты, зарплата сотрудников, которые занимаются платежными документами по лечению пациентов);

7) увеличение суммы счетов страховым компаниям (сравнение общей суммы счетов по страховым пациентам (ОМС и ДМС) за год);

8) выгоды администрации, получаемые при работе с платежными документами (сокращение ошибок при выставлении счетов, сравнение сумм счетов, по которым страховые компании предъявляли претензии за год).

Надо отметить, что к перечисленным выгодам, получаемым за счет внедрения системы электронных медицинских карт, при условии их широкого распространения, обязательно добавляется экономический эффект от других факторов, например от обмена клинической информацией о пациентах между медицинскими учреждениями [13, 14].

– *Сравнительный подход (Market approach)* – совокупность методов оценки стоимости объекта оценки, основанных на сравнении объекта оценки с объектами-аналогами объекта оценки, в отношении которых имеется информация о ценах. Объектом-аналогом объекта оценки для целей оценки признается объект, близкий объекту оценки по основным экономическим, материальным, техническим и другим характеристикам, определяющим его стоимость. В настоящее время существует огромное количество российских и зарубежных консалтинговых компаний, предоставляющих услуги по исследованию рынка медицинских информационных систем и автоматизации бизнес-процессов в учреждениях здравоохранения.

– *Затратный подход (Asset based approach)* – совокупность методов оценки стоимости объекта оценки, основанных на определении затрат, необходимых для воспроизводства либо замещения объекта оценки с учетом износа и устаревания. Затратами на воспроизводство объекта оценки являются затраты, необходимые для создания точной копии объекта оценки с использованием применявшихся при создании объекта оценки материалов и технологий. Затратами на замещение объекта оценки являются затраты, необходимые для создания аналогичного объекта с использованием материалов и технологий, применяющихся на дату оценки [15].

Таблица. Классификация методов оценки стоимости разработки программных продуктов

Затратный подход	Сравнительный подход	Доходный подход
Математическая модель SLIM	Метод экспертных оценок	Нейронные сети
Исследовательские методы	Оценка по аналогии	Байесовские сети
Метод оценки с целью выиграть контракт	Алгоритмическое моделирование	Динамические методы
Семейство моделей оценивания затрат COCOMO	Имитационное моделирование	Анализ функциональных точек

Разработка МИС включает в себя прямые (финансовые) и косвенные (нефинансовые) затраты. Финансовые затраты на разработку – это капитальные затраты на аппаратные средства. К нефинансовым затратам можно отнести время и интеллектуальный труд, затраченные командой разработчиков, командой тестирования и внедрения, конечными пользователями (врачи, сотрудники, задействованные в доклинических испытаниях) [16].

В отсутствие унифицированного подхода к оценке экономической эффективности информационных технологий разрабатываются специальные методы оценки информационных систем в различных предметных областях и, в частности, в области медицины. Такие методы в своем большинстве основываются на тщательном учете затрат и экономических последствий внедрения информационных систем. Существует мнение, что разработка медицинских информационных технологий, как, впрочем, и любых информационных технологий, носит исключительно затратный характер, а их отдача выражается не стоимостными показателями, а только качественными, такими как повышение качества медицинского обслуживания, облегчение работы медицинского персонала, улучшение здоровья пациентов и др. Такое мнение может быть связано не с реальным отсутствием экономической выгоды, обеспечиваемой информационными технологиями, а по причине отсутствия точных методов измерения экономического эффекта [13].

В зависимости от способа получения исходных данных при определении стоимостных и трудовых затрат на разработку программного продукта предлагаются методы экспертных оценок, методы аналогий, исследовательские и эмпирические методы, методы алгоритмического моделирования, математическая модель SLIM, нейронные сети, методы имитационного моделирования, байесовские сети, динамические методы, методы функциональных точек, метод COCOMO (Constructive Cost) и др. [17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24].

Исходя из основной идеи каждого метода, они в соответствии с вышеприведенными подходами к оценке стоимости могут быть разбиты на три группы (табл.).

## Выводы

Существует целый ряд методов для оценки стоимости разработки той или иной информационной системы. Их применение обусловлено возрастающей конкуренцией производителей, использующих указанные методики для демонстрации преимуществ собственных разработок, и ростом количества исследований, проводимых в предпроектной и проектной стадиях при создании крупных информационных систем.

Для типовых, шаблонных и массовых решений производители, как правило, на своем сайте размещают программу, позволяющую Заказчику самостоятельно или с небольшой консультативной помощью произвести оценку эффективности продукта. Упрощенная процедура пренебрегает значительной частью уникальных факторов, но в то же время позволяет заказчику получить представление о будущих параметрах стоимости системы и предварительные оценки ее эффективности на конкретном предприятии. И те и другие методы базируются на одних и тех же методологических подходах, но обладают разным уровнем глубины проработки и оценки факторов влияния [1].

Для более достоверной и комплексной оценки стоимости разработки МИС, как правило, используется одновременно несколько методов. Это обусловлено отраслевой спецификой, подразумевающей обработку данных с различным уровнем точности и достоверности, высокий уровень неопределенности и рисков на начальных стадиях формирования информационной архитектуры. Конкретные комбинации методов могут быть выбраны исходя из целей оценки стоимости, что является предметом особого исследования.

*Результаты получены при выполнении работ по Соглашению № 14.579.21.0019 (уникальный идентификатор проекта - RFMEFI57914X0019) на тему «Разработка устройства суточного мониторинга состояния плода и матери во время беременности посредством контроля параметров сердечно-сосудистой системы на основе акустических данных», заключенному между ООО «Диагностика +» и Министерством образования и науки РФ.*

## Литература.

1. Коссова Е.В., Мухин Ю.Ю. Стоимость владения медицинской информационной системой. Методология оценки и сравнительного анализа. Экономические критерии эффективности // Информационные технологии в медицине 2010–2011, С. 124–148. URL: <https://www.hse.ru/pubs/share/direct/document/79350151>.
2. Лунаев В.В. Проблемы экономики производства крупных программных продуктов. М.: СИНТЕГ, 2011. 358 с.
3. Харитонов А.А., Фатин П.А. Критерии оценки медицинских информационных систем // Врач и информационные технологии. 2008. Вып. № 5. С. 15–19.
4. Гулиев Я.И. Основные аспекты разработки медицинских информационных систем // Врач и информационные технологии. 2014. № 5. С. 10–19.
5. Глазова М.А. Системы оценки стоимости проектов по разработке программного обеспечения// Прикладная информатика. 2008. № 3 (15). С. 12–27.
6. Vaganova E.V., Syryamkin M.V. Forecasting of the development of professional medical equipment engineering based on neuro-fuzzy algorithms // Proceedings of the 5th Scientific Conference «New Operational Technologies», AIP Conference Proceedings. 2015. doi: 10.1063/1.4936045.
7. Сырякин В.И., Жданов Д.С., Буреви А.Ш., Осипов А.В., Осипова А.Ю. Интеллектуальная телемедицинская система // Известия высших учебных заведений. Приборостроение. 2012. Т. 55, № 2. С. 61–63.
8. Гусев А.В., Дуданов И.П., Романов Ф.А., Дмитриев А.Г. Особенности в проектировании и практической разработке медицинской информационной системы. URL: <http://citforum.ru/consulting/articles/med/>
9. Dejaeger K., Verbeke W., Martens D., Baesens B. Data Mining Techniques for Software Effort Estimation: A Comparative Study // Ieee Transactions on Software Engineering. 2012. Vol. 38, No. 02. P. 375–397. URL: <http://www.computer.org/csdl/trans/ts/2012/02/tts2012020375-abs.html>
10. Jørgensen M., Shepperd M.A Systematic Review of Software Development Cost Estimation Studies // Ieee Transactions on Software Engineering. 2007. Vol. 33, № 1. P. 33–53.
11. Солдатов А.Н., Миньков С.Л., Беличенко В.П., Хлопцов Н.К., Шумихина Д.М. Коммерциализация и правовая защита результатов интеллектуальной деятельности: учебное пособие / под ред. А.Н. Солдатов, С.Л. Минькова. Томск: Том. гос. ун-т, 2011. 334 с.
12. Федеральный закон «Об оценочной деятельности в Российской Федерации» № 135-ФЗ / Оценчик.ру, сайт специализирующийся на предоставлении информации для потребителей услуг и специалистов оценки всех форм собственности. URL: <http://www.ocenchik.ru/docs/365.html>
13. Гулиева И.Ф., Рюмина Е.В., Гулиев Я.И. Медицинские информационные системы: затраты и выгоды // Врач и информационные технологии 2009, № 3. С. 4–16.
14. Гулиев Я.И., Гулиева И.Ф., Рюмина Е.В., Фохт О.А., Тавлыбаев Э.Ф., Вахрина А.Ю. Оценка экономической эффективности в медицинских информационных системах // Программные системы: теория и приложения. 2012. № 4(13). 2012. С. 3–16 URL: [http://psta.psiras.ru/read/psta2012\\_4\\_3-16.pdf](http://psta.psiras.ru/read/psta2012_4_3-16.pdf)
15. Федеральные стандарты оценки <http://www.labrate.ru/fso.htm>.
16. Fleming N.S., Culler S.D., Mccorkle R., Becker E.R., Ballard D.J. The Financial And Nonfinancial Costs Of Implementing Electronic Health Records In Primary Care Practices // Health Affairs 30, № 3 (2011). P. 481–489.
17. Андон Ф.И., Коваль Г.И., Коротун Т.М., Лаврищева Е.М., Суслов В.Ю. Основы инженерии качества программных систем. 2-е изд., перераб. и доп. Киев.: Академперіодіка, 2007. 672 с.
18. Khatibi V., Jawawi D.N.A. Software Cost Estimation Methods: A Review / Journal of Emerging Trends in Computing and Information Sciences. 2010. Vol. 2, № 1. P. 21–29. URL: [http://cisjournal.org/archive/vol2no1/vol2no1\\_3.pdf](http://cisjournal.org/archive/vol2no1/vol2no1_3.pdf)
19. Putnam L.H. A General Empirical Solution to the Macro Software Sizing and Estimating Problem // IEEE Transactions on Software Engineering. 1978. № 4(4). P. 345–360.
20. Attarzadeh I., Ow S.H. Proposing a New Software Cost Estimation Model Based on Artificial Neural Networks // Computer Engineering and Technology (ICCET). 2010 2nd International Conference on, IEEE. p. 487–491.

21. *Idri A., Mbarki S., Abran A.* Validating and understanding software cost estimation models based on neural networks // *Information and Communication Technologies: From Theory to Applications*, 2004, IEEE. P. 433–434.

22. *Boehm B.W., Abts Ch., Chulani S.* Software development cost estimation approaches - a survey / *Annals of Software Engineering* 10 (2000). P. 177–205. URL: <http://homepages.dcc.ufmg.br/~rodolfo/es-1-09/EstimationSurvey.pdf>

23. *Allan J. Albrecht* the father of Function Points / *Metric Views, International Function Points Users Group*. 2011. Vol. 5, № 1. URL: <http://www.ifpug.org/Metric%20Views/2011WinterMV.pdf>

24. *Boehm B.W. et al.* The COCOMO 2.0 Software Cost Estimation Model: A Status Report. American Programmer, 1996. 9 (7). P. 2–17.