ISSN 2079-3316 ПРОГРАММНЫЕ СИСТЕМЫ: ТЕОРИЯ И ПРИЛОЖЕНИЯ № 4(13), 2012, с. 3–16

УДК 004.4

Я. И. О. Гулиев, И. Ф. Гулиева, Е. В. Рюмина, О. А. Фохт,
Э. Ф. Тавлыбаев, А. Ю. Вахрина

Оценка экономической эффективности в медицинских информационных системах

Аннотация. Президент и Правительство РФ уделяют серьезное внимание вопросам здравоохранения населения. В настоящее время принята Программа модернизации здравоохранения РФ, в соответствии с которой на уровне региональной программы модернизации здравоохранения решаются задачи в области охраны здоровья граждан и социального развития. В ходе реализации Программы особенно остро встает вопрос анализа экономической эффективности внедрения медицинских информационных технологий, оценки успешности инновационных проектов, контроля эффективности расходования вложенных средств.

Настоящая статья рассматривает методы оценки эффективности проекта по информатизации лечебно-профилактического учреждения с учетом специфики затрат и выгод ЛПУ. В статье приводятся также итоги практической оценки инвестиционных проектов информатизации нескольких ЛПУ различного типа.

Ключевые слова и фразы: Медицинская информационная система, информационные технологии, экономическая эффективность, методы оценки.

1. Границы проекта

В ходе исследований экономической эффективности информационных технологий в медицине авторами было решено несколько задач, позволяющих сделать выводы по теме исследования:

- определены наиболее значимые виды затрат и выгод, наиболее адекватно отражающие экономическую составляющую проекта для лечебно-профилактического учреждения России (при этом учитывались ЛПУ различных форм собственности и ведомственной принадлежности, имеющие свою специфику финансирования);

© Я. И. Гулиев, И. Ф. Гулиева, Е. В. Рюмина, О. А. Фохт, Э. Ф. Тавлыбаев, А. Ю. Вахрина, 2012
© ИПС им. А.К. Айламазяна РАН, 2012
© Программные системы: теория и приложения, 2012

- разработаны алгоритмы анализа экономической эффективности использования МИС в ЛПУ;
- разработан макет программного обеспечения анализа экономической эффективности использования медицинских информационных систем, пригодный для практического использования в составе современных медицинских информационных систем;
- проведен вычислительный эксперимент по оценке экономической эффективности использования МИС в ЛПУ различного типа.

Исследования базировались на изучении зарубежного опыта оценки эффективности внедрения информационных систем в медицинские учреждения, а также на результатах практического обследования более полутора десятков пилотных ЛПУ, информатизированных в последние годы в Российской Федерации.

Результаты исследований могут быть использованы при расчетах рентабельности инвестиций в информатизацию ЛПУ, предоставляя методы измерения экономического эффекта. Все полученные в ходе исследований результаты ориентированы на специфику Российской медицины.

Уникальное программное обеспечение оценки экономической эффективности медицинских информационных систем может входить составной частью в современные медицинские информационные системы, увеличивая тем самым их способность по оценке экономической эффективности работы ЛПУ и предоставляя материал для принятия более качественных управленческих решений.

Полученные в ходе разработки модели и алгоритмов анализа экономической эффективности использования МИС с последующим проведением оценки на базе реальных ЛПУ результаты позволяют оценить экономические параметры проектов внедрения МИС в ЛПУ России. Результаты исследований показали, что внедрение информационных технологий имеет высокий потенциал экономической выгоды для лечебных учреждений.

2. Теоретическая основа оценки эффективности использования МИС в ЛПУ

В ходе исследований по теме проекта была построена функциональная модель оценки экономической эффективности медицинских

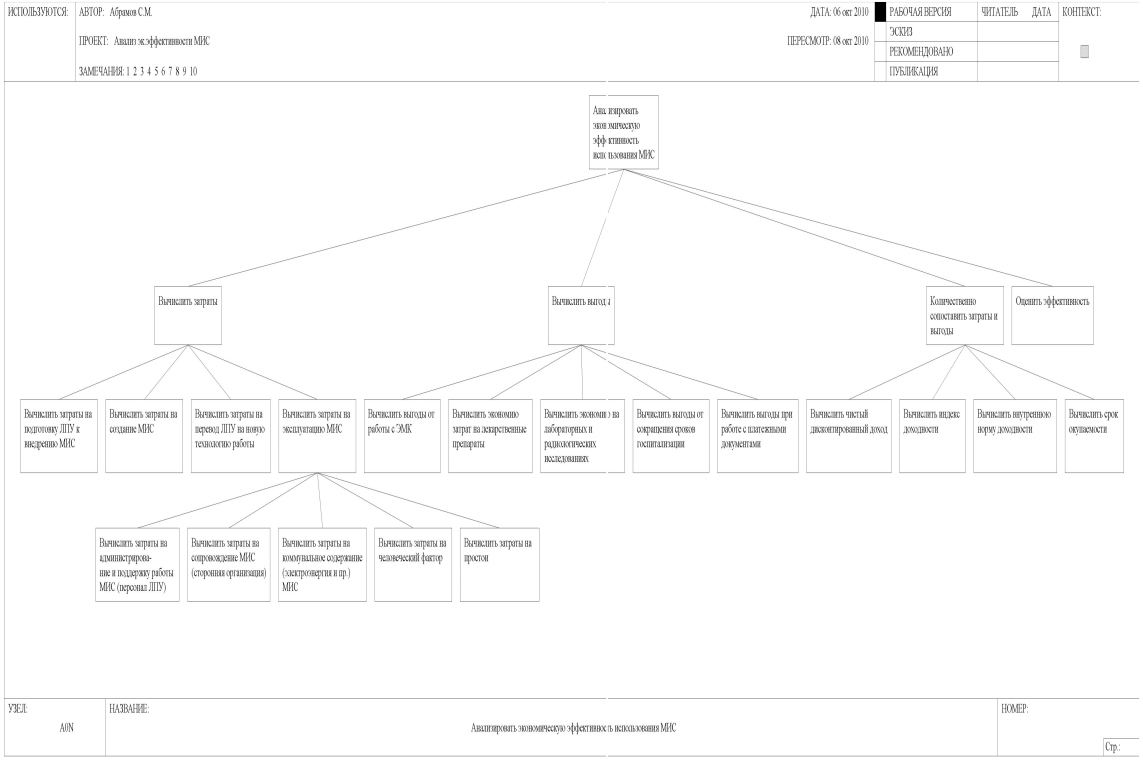

Рис. 1. Иерархическая структура функциональной модели

информационных систем с использованием методологии SADT (Structural Analysis and Design Technique) в нотации стандарта функционального моделирования IDEF0.

Модель анализа экономической эффективности использования медицинских информационных систем построена в виде иерархической структуры и представляет собой функциональную декомпозицию процесса анализа экономической эффективности использования медицинских информационных систем, описывая прохождение потоков информации, способы управления каждой функцией и механизмы, их реализующие. Цель модели — понять, какие функции выполняются при анализе экономической эффективности использования МИС, и как эти функции взаимосвязаны между собой. Точка зрения модели — точка зрения эксперта-экономиста.

На рис. 1 приводится общая функциональная декомпозиция модели. В целом же для каждого из декомпозиционных фрагментов модель содержит описание процессов обработки информации, прохождения информационных потоков, влияющих на ход процесса факторов и выполняющих процессы ресурсов.

Описаны алгоритмы оценки экономической эффективности и рекомендованы критерии оценки экономической эффективности инвестиционных проектов:

- NPV (или Чистый дисконтированный доход — ЧДД) определяется по формуле (1) как превышение интегральных результатов над интегральными затратами:

$$NPV = \sum_{t=0}^{T} \frac{(\Pi_t - O_t)}{(1+E)^t}, \tag{1}$$

  где T – горизонт расчета;
  Π_t — результаты, достигаемые на t-ом шаге расчета;
  O_t — затраты, осуществляемые на том же шаге;
  E — норма дисконта.
  Если NPV проекта положителен, то проект является эффективным при данной норме дисконта.
- Индекс доходности (PI или ИД), рассчитывающийся по формуле (2):

$$PI = \frac{1}{K} \sum_{t=0}^{T} \frac{\Pi_t}{(1+E)^t}, \tag{2}$$

где К — сумма дисконтированных вложений, рассчитывающаяся по формуле (3):

$$K = \sum_{t=0}^{T} \frac{\mathrm{O}_t}{(1+\mathrm{E})^t}. \tag{3}$$

Если показатель NPV положителен, то приведенные формулы определяют $PI > 1$, и наоборот. Если $PI > 1$, то проект эффективен, если $PI < 1$ — неэффективен.

- Внутренняя норма доходности (IRR или ВНД) представляет собой ту норму дисконта ($E_{\text{вн}}$), при которой величина приведенных эффектов равна приведенным капиталовложениям, т.е. IRR является решением относительно Евн уравнения (4):

$$\sum_{t=0}^{T} \frac{(\Pi_t - \mathrm{O}_t)}{(1+E_{\text{вн}})^t} = 0. \tag{4}$$

Если расчет NPV определяет, эффективен ли инвестиционный проект при заданной норме дисконта (Е), то IRR рассчитывается для того, чтобы сравнить ее с требуемой инвестором нормой дохода на вкладываемый капитал. Если IRR равен или больше требуемой нормы дохода на капитал, то инвестиции в программу оправданы, в противном случае инвестиции нецелесообразны.

- Срок окупаемости — период, начиная с которого первоначальные вложения и другие затраты, связанные с инвестиционным проектом (программой), покрываются суммарными результатами его осуществления.

Поскольку ни один критерий сам по себе не является достаточным для принятия решения об успешности проекта, решение принимается с учетом значений всех критериальных показателей.

В ходе исследований деятельности пилотных ЛПУ определен ряд значимых видов затрат и выгод, наиболее адекватно отражающих экономическую составляющую проекта для лечебно-профилактического учреждения России (при этом учитывались ЛПУ различных форм собственности и ведомственной принадлежности, имеющие свою специфику финансирования).

Затраты:

(1) Затраты на подготовку ЛПУ к внедрению МИС (расходы на обучение персонала, закупку оборудования, на организацию ЛВС и пр.).

(2) Затраты на создание МИС (суммы заключенных ЛПУ договоров на разработку/закупку готовой МИС).
(3) Затраты на перевод ЛПУ на новую технологию работы (суммы заключенных ЛПУ договоров за этапы ввода МИС ЛПУ в эксплуатацию).
(4) Затраты на поддержку работы МИС (расходы ЛПУ на персонал по администрированию и сопровождению системы — общий фонд зарплаты сопровождающего МИС персонала за год).
(5) Затраты на сопровождение МИС (суммы заключенных ЛПУ договоров на сопровождение системы).
(6) Затраты на коммунальное содержание МИС (электроэнергия, охрана, расходные материалы и пр.).
(7) Затраты на человеческий фактор (адаптация персонала к МИС).
(8) Затраты на простои системы (расходы ЛПУ, связанные с временным простоем системы).

Выгоды:

(1) Экономия времени медсестер на работу с документами (СЭМК) (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).
(6) 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) Сокращение ошибок при выставлении счетов (сравнение сумм счетов, по которым страховые компании предъявляли претензии за год).

3. Программное обеспечение анализа экономической эффективности использования медицинских информационных систем

Для возможности применения предложенных алгоритмов и методов оценки экономической эффективности проектов информатизации ЛПУ на практике был разработан макет программного обеспечения анализа экономической эффективности использования медицинских информационных систем, пригодный для практического использования в составе современных медицинских информационных систем.

Серверная часть ПО работает под управлением СУБД Oracle 10g. Клиентская часть реализована в технологии Oracle APEX и функционирует на рабочей станции под управлением ОС Microsoft Windows XP (и выше). На рис. 2 приведена схема алгоритма функционирования ПО анализа экономической эффективности использования медицинских информационных систем.

Работа с ПО ведется через веб-интерфейс, с помощью которого формируются интерактивные отчеты по анализу деятельности лечебно-профилактического учреждения. Интерактивный отчет показывает определенный заранее набор столбцов. Отчет может изменяться с помощью начального условия фильтрации, порядка сортировки по умолчанию, контрольных точек, выделения, расчетов, объединений и диаграмм. Каждый интерактивный отчет может также изменяться путем задания управляющих элементов (область поиска, меню действий и меню в заголовках столбцов), его результаты могут просматриваться или выгружаться в файл для дальнейшей обработки, также отчет может храниться для последующего использования.

ПО формирует отчеты (сгруппированы по разделам):

(1) Общие показатели эффективности проекта информационной системы.
(2) Ключевые показатели клинической подсистемы информационной системы.
(3) Ключевые показатели поликлинической подсистемы информационной системы.
(4) Ключевые показатели экономической подсистемы информационной системы.
(5) Ключевые показатели оценки эффективности МИС персоналом ЛПУ.

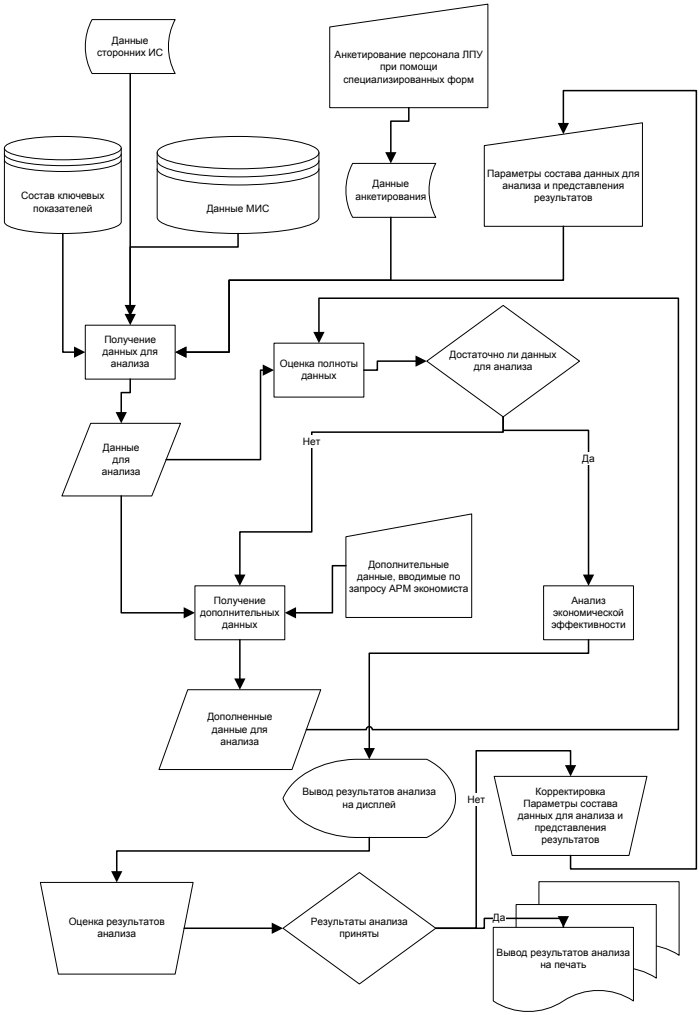

Рис. 2. Схема алгоритма функционирования ПО анализа экономической эффективности использования медицинских информационных систем

Таблица 1. Результаты вычислительного эксперимента по оценке экономической эффективности МИС в ЛПУ-1

Наименование показателя	**Значение показателя**
Чистый дисконтированный доход (NPV), тыс. руб.	51100
Индекс доходности (PI)	1,59
Внутренняя норма доходности (IRR), %	19
Срок окупаемости (PBP), лет	5

4. Вычислительный эксперимент по оценке экономической эффективности информатизации ЛПУ

С использованием ПО анализа экономической эффективности использования медицинских информационных систем на базе пилотных ЛПУ был проведен вычислительный эксперимент по оценке экономической эффективности использования МИС. Ниже приведены результаты оценки инвестиционных проектов для трех ЛПУ различного типа.

Первым лечебно-профилактическим учреждением (ЛПУ-1) для проведения вычислительного эксперимента по оценке эффективности использования медицинской информационной системы было выбрано крупное комплексное многопрофильное лечебно-профилактическое учреждение, оказывающее комплексную медицинскую помощь. В своем составе ЛПУ-1 имеет стационар, поликлинику, диагностические и консультационные отделения. Стационар рассчитан на 230 коек, поликлиника — на 300 тысяч посещений в год.

Полный контур информатизации лечебно-диагностического и сопутствующих процессов включает учет контингента, управление ресурсами, оформление электронных медицинских карт, персонифицированный матучет, контроль качества лечения, аналитику и медстатистику по различным аспектам деятельности учреждения, а также предоставление информации для анализа и принятия решений.

МИС ЛПУ-1 используют 1000 пользователей.

Результаты вычислительного эксперимента приведены в Таблице (1).

Оценка полученных для ЛПУ-1 результатов:

Таблица 2. Результаты вычислительного эксперимента по оценке экономической эффективности МИС в ЛПУ-2

Наименование показателя	**Значение показателя**
Чистый дисконтированный доход (NPV), тыс. руб.	155133
Индекс доходности (PI)	1, 2
Внутренняя норма доходности (IRR), %	11
Срок окупаемости (PBP), лет	3

- Чистый дисконтированный доход (NPV) имеет положительное значение — проект эффективен.
- Индекс доходности (PI) больше 1 — проект эффективен.
- Внутренняя норма доходности (IRR) больше 10% — эффективный проект, инвестиции оправданы.
- Срок окупаемости (PBP) — 5 лет после создания МИС.

Вторым лечебно-профилактическим учреждением (ЛПУ-2) для проведения вычислительного эксперимента по оценке эффективности использования медицинской информационной системы было выбрано крупное многопрофильное ЛПУ стационарного типа на 550 коек. Информатизация ЛПУ проводилась поэтапно с добавлением нового функционала и новых отделений.

Полный контур информатизации лечебно-диагностического и сопутствующих процессов включает учет контингента, управление ресурсами, оформление электронных медицинских карт, персонифицированный матучет, расчеты с пациентами, взаимодействие со страховыми компаниями, контроль качества лечения, аналитику и медстатистику по различным аспектам деятельности учреждения, а также предоставление информации для анализа и принятия решений.

МИС ЛПУ-2 используют 850 пользователей.

Для проведения вычислительного эксперимента использовались фактические показатели за период создания системы (4 года) и прогнозируемые на период 5 лет после завершения проекта.

Результаты вычислительного эксперимента приведены в Таблице (2).

Оценка полученных для ЛПУ-2 результатов:

(1) Чистый дисконтированный доход (NPV) имеет положительное значение — проект эффективен.

Таблица 3. Результаты вычислительного эксперимента по оценке экономической эффективности МИС в ЛПУ-3

Наименование показателя	**Значение показателя**
Чистый дисконтированный доход (NPV), тыс. руб.	9852
Индекс доходности (PI)	1,1
Внутренняя норма доходности (IRR), %	12
Срок окупаемости (PBP), лет	4

(2) Индекс доходности (PI) больше 1 — проект эффективен.
(3) Внутренняя норма доходности (IRR) больше 10% — проект эффективен.
(4) Срок окупаемости (PBP) — 3 года после создания МИС.

Третьим лечебно-профилактическим учреждением (ЛПУ-3) для проведения вычислительного эксперимента по оценке эффективности использования медицинской информационной системы было выбрано коммерческое региональное многопрофильное ЛПУ амбулаторно-поликлинического типа (на 20 000 посещений в год).

Информатизация ЛПУ была начата в 2008-ом году и проводилась в минимальном контуре (учет контингента, управление ресурсами, расчеты с пациентами, взаимодействие со страховыми компаниями, медицинская статистика).

МИС ЛПУ-3 используют 22 пользователя.

Для проведения вычислительного эксперимента использовались фактические показатели за период создания системы (3 года) и прогнозируемые на период 6 лет после окончания проекта.

Результаты вычислительного эксперимента приведены в Таблице (3).

Оценка полученных для ЛПУ-3 результатов:

(1) Чистый дисконтированный доход (NPV) имеет положительное значение — проект эффективен.
(2) Индекс доходности (PI) больше 1 — проект эффективен.
(3) Внутренняя норма доходности (IRR) больше 10% — проект эффективен.
(4) Срок окупаемости (PBP) — 4 года после создания МИС.

По итогам проведения вычислительного эксперимента по оценке экономической эффективности использования медицинской информационной системы в ЛПУ видно, что эффективность проекта напрямую зависит от глубины внедрения (чем полнее охватывает информатизация бизнес-процессы ЛПУ, тем выше эффективность проекта) и масштаба ЛПУ (чем крупнее ЛПУ, тем эффективнее проект).

Однако внедрение МИС приносит выгоды даже при минимальном контуре информатизации в небольших ЛПУ (в описании эксперимента — ЛПУ-3), только срок окупаемости вложений может быть больше, чем в крупных ЛПУ с полномасштабной информатизацией.

Список литературы

[1] Гулиева И. Ф., Рюмина Е. В., Гулиев Я. И. *Вопросы эффективности информационных технологий в медицине* // Врач и информационные технологии, 2011, № 5, с. 6–18 ↑

[2] Гулиев Я. И., Гулиева И. Ф., Рюмина Е. В. *Медицинские информационные системы: экономическая эффективность и проблемы ее достижения* // Информационные технологии в медицине. — Материалы конференции. Официальный каталог под ред. Мухина Ю.Ю., Мининой А.А. и Ю.Ю. Мухиной — М. : «Консэф», 2010, с. 99–102 ↑

[3] Guliev Ya. I., Gulieva I. F., Ryumina E. V. *Assessing the Economic Efficiency of Using Information Technologies in Medicine: World Practice* // Studies on Russian Economic Development, 2009. **Vol. 20**, no. 6, p. 626–631 ↑

[4] Гулиев Я. И., Гулиева И. Ф., Рюмина Е. В. *Экономическая эффективность информационных систем в медицине* // Менеджер здравоохранения, 2009, № 4, с. 52–64 ↑

[5] Гулиева И. Ф., Рюмина Е. В., Гулиев Я. И. *Медицинские информационные системы: затраты и выгоды* // Врач и информационные технологии, 2009, № 3, с. 4–18 ↑

[6] Кадыров Ф. Н. Экономические методы оценки эффективности деятельности медицинских учреждений. М. : Менеджер здравоохранения, 2007. — 464 с. ↑

[7] Коссов В. В., Лившиц В. Н., Шахназаров А. Г. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов/ М-во экон. РФ, М-во фин. РФ, ГК РФ по стр-ву, архит. и жил. политике. Вторая редакция. Москва : Экономика, 2000. ↑

Рекомендовал к публикации *к.т.н. Я. И. Гулиев*

Об авторах:

Ядулла Иман оглы Гулиев
к.т.н., руководитель Исследовательского центра медицинской информатики ИПС им. А.К. Айламазяна РАН
e-mail: psta@yag.botik.ru

Ирина Фасхитдиновна Гулиева
ведущий инженер Исследовательского центра медицинской информатики ИПС им. А.К. Айламазяна РАН
e-mail: gulieva@irina.interin.ru

Елена Викторовна Рюмина
д.э.н., профессор, главный научный сотрудник Института проблем рынка РАН
e-mail: ryum50@mail.ru

Ольга Анатольевна Фохт
старший научный сотрудник Исследовательского центра медицинской информатики ИПС им. А.К. Айламазяна РАН
e-mail: oaf@interin.ru

Эдуард Фасхетдинович Тавлыбаев
младший научный сотрудник Исследовательского центра медицинской информатики ИПС им. А.К. Айламазяна РАН
e-mail: tef@tef.botik.ru

Анна Юрьевна Вахрина
инженер Исследовательского центра медицинской информатики ИПС им. А.К. Айламазяна РАН
e-mail: anya@interin.ru

Образец ссылки на эту публикацию:

Я. И. О. Гулиев, И. Ф. Гулиева, Е. В. Рюмина, О. А. Фохт, Э. Ф. Тавлыбаев, А. Ю. Вахрина. *Оценка экономической эффективности в медицинских информационных системах* // Программные системы: теория и приложения : электрон. научн. журн. 2012. Т. 3, № 4(13), с. 3–16.

URL: http://psta.psiras.ru/read/psta2012_4_3-16.pdf

Ya. I. Guliev, I. F. Gulieva, E. V. Ryumina, O. A. Vogt, E. F. Tavlybaev, A.Y. Vakhrina. *Assessing the economic efficiency in healthcare information systems.*

Abstract. This article describes methods of assessing the economic efficiency of informatization project in medical institution. The described methods take into consideration costs and benefits of a medical institution. The results of assessing the investment projects in some clinics of different type are considered in this article. (*in Russian*).

Key Words and Phrases: Healthcare information systems, information technologies, economic efficiency, methods of assessing.