

# Некоторые аспекты оценки эффективности и качества информационных систем

А.А. Зацаринный, email: AZatsarinny@ipiran.ru

Ю.С. Ионенков, email: Ulonenkov@ipiran.ru

Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление»  
Российской академии наук

**Аннотация.** Доклад посвящен вопросу оценки эффективности и качества информационных систем (ИС). Даны отличия понятий «качество» и «эффективность». Рассмотрены наиболее известные методы оценки эффективности ИС и сформулированы общие подходы к выбору показателей эффективности ИС. Разработаны предложения по перечням и методам расчета показателей эффективности для различных типов ИС с учетом особенностей систем и условий их функционирования. Приведены наиболее распространенные в модели качества ИС. Отмечено, что большинство из них относится к оценке качества программных средств, в то время как нормативная база оценки качества ИС в целом развита недостаточно. Сформулированы предложения по совершенствованию нормативной базы в области оценки качества ИС.

**Ключевые слова:** эффективность, качество, информационная система, показатель эффективности, модель качества.

## Введение

Информатизация общества – это глобальный социально-экономический процесс, особенность которого состоит в том, что определяющим видом деятельности в сфере общественного производства являются сбор, обработка, хранение, представление и использование информации, осуществляемые на основе современных информационных технологий. Существование информационного общества невозможно без эффективно функционирующих информационных систем (ИС).

При этом ИС относятся к классу сложных больших систем с длительным сроком эксплуатации. Одним из важных направлений их развития и совершенствования является разработка методического аппарата, позволяющего производить оценку их технического уровня на всех стадиях жизненного цикла, от замысла до снятия с производства и утилизации.

Технический уровень ИС может характеризоваться двумя понятиями – «эффективность» и «качество». Отметим соотношение понятий «качество» и «эффективность»: если эффективность характеризует степень соответствия системы назначению и приспособленности к достижению целей, поставленных при ее создании, то качество представляется как совокупность свойств системы, обуславливающих ее пригодность для использования по назначению [1,2].

В докладе рассматриваются основные методы оценки эффективности и качества ИС, основные проблемы развития и совершенствования нормативной базы и методического аппарата в данной области, сформулированы предложения по их совершенствованию.

### **1. Общие подходы к оценке эффективности ИС**

Анализ имеющихся стандартов и научно-технической литературы показывает, что в настоящее время нет единого взгляда на понятие эффективности систем.

В ГОСТ 34.003-90 [1] и технической литературе [3,4] эффективность системы трактуется как степень достижения целей, поставленных при ее создании.

В ГОСТ 24.702-85 [5] и экономической литературе [6] эффективность системы определяется как соотношение между достигнутыми при функционировании системы результатами и затраченными на ее создание и функционирование ресурсами. При этом достигнутые при функционировании системы результаты, как правило, выражаются в стоимостной форме.

С учетом опыта разработки и эксплуатации информационных систем в интересах государственного управления, а также методического аппарата для оценки их эффективности представляется целесообразным использовать подход к оценке эффективности, принятый в технической литературе.

Для принятия решения о степени достижения цели необходим критерий эффективности – правило, позволяющее сопоставлять стратегии, характеризующиеся различной степенью достижения цели и осуществлять их выбор из множества допустимых [3].

Критерий эффективности системы (изделия) определяют на множестве показателей. Под показателем понимается характеристика, описываемая количественно и позволяющая оценить свойство этой системы с какой-либо одной стороны [5].

Одной из важных задач при оценке эффективности ИС является выбор и обоснование номенклатуры показателей эффективности,

наиболее полно характеризующих конкретную систему. Выбор показателей эффективности целесообразно осуществлять исходя из следующих соображений:

- соответствие показателей целям разработки и назначению системы;

- измеримость с помощью существующих физических величин (желательно выбирать показатели, которые могут быть выражены количественно);

- выбор оптимального числа показателей, так как при их малом числе не в полной мере учитываются целевые функции системы, а с ростом числа показателей возрастает трудоемкость оценки;

- показатели эффективности по возможности должны учитывать требования, регламентируемые действующими нормативно-техническими документами в области ИС.

Конкретный перечень показателей эффективности зависит от типа и задач ИС. При этом выделяются: интегральный показатель эффективности системы; обобщенные и частные показатели эффективности. Интегральный показатель характеризует эффективность системы в целом, обобщенные показатели эффективности отражают различные стороны функционирования системы: техническую; технологическую; организационную и др., частные показатели эффективности включают конкретные характеристики системы по каждой из групп обобщенных показателей.

В ряде публикаций ФИЦ ИУ РАН [7-10], были разработаны перечни показателей эффективности для различных типов ИС. В частности, это перечни показателей эффективности для типовой ИТКС на основе доработанных и расширенных требований ГОСТ РВ 51987-2002, обоснованные в [7], для ИТКС на основе применения облачных технологий [8], для системы распределенных ситуационных центров органов государственной власти (СРСЦ) [9], а также для ведомственной системы ситуационных центров [10].

В качестве примера ниже приведен перечень показателей эффективности для ИС на основе применения облачных технологий (табл. 1).

Для вычисления обобщенных показателей эффективности и интегрального показателя эффективности систем используются существующие методы решения многокритериальных задач.

Наиболее известными методами оценки эффективности систем являются [11-14]:

- метод среднего взвешенного;
- метод Парето;

- метод последовательных уступок;
- метод анализа иерархий;
- метод анализа среды функционирования (DEA-АСФ).

Таблица 1

*Показатели эффективности для ИС на основе применения  
облачных технологий*

<b>Обобщенные показатели</b>	<b>Частные показатели</b>
Технический	Надежность Скорость обмена информацией Масштабируемость ресурсов Дополнительное пространство хранения Резервное копирование информации
Технологический	Возможности интеграции приложений Развитие среды работы приложений Развитие системы мониторинга Удобство пользовательского интерфейса
Экономичность	Расходы на внедрение Экономия средств Выгодность использования облачных технологий
Степень риска	Нормативно-правовые вопросы Реагирование провайдера на инциденты Совместимость Восстановление данных и их конфиденциальности
Информационная безопасность	Криптографическая защита данных Аутентификация пользователей Разграничение прав пользователей Антивирусная защита
Организационный	Готовность сотрудников к внедрению новых технологий Уровень подготовки сотрудников Способность сотрудников к обучению Уровень мотивации сотрудников

Эти методы можно разделить на две группы. Одна из групп использует свертку критериев для сведения многокритериальной задачи оптимизации к соответствующей скалярной, другая опирается на непосредственное исследование множества оптимальных решений с

введением некоторых дополнительных критериев выбора. К первой группе относятся методы среднего взвешенного и анализа иерархий, ко второй – методы Парето, последовательных уступок и анализа среды функционирования.

Используемые методы оценки эффективности должны, с одной стороны, позволять производить оценку эффективности как вариантов реализации ИС относительно друг друга, так и отдельных систем, а с другой стороны, быть пригодными для практического использования и понятными для лиц, производящих такую оценку.

Анализ научно-технической литературы, а также опыта работ по созданию ИС различного назначения показывает, что наибольшее применение нашли методы среднего взвешенного и анализа иерархий. Для этих методов характерны простота и возможность работы с большой размерностью данных. Кроме того, они хорошо апробированы. При этом метод анализа иерархий ориентирован на нечеткие оценки, что более просто для экспертов, чем точные количественные оценки. Применение указанных методов достаточно подробно описано в [7-10].

Частные показатели эффективности определяются следующим образом:

- по типовым формулам (например, коэффициент готовности, коэффициент оперативной готовности и др.);
- путем нормирования показателей относительно их максимальных и минимальных значений;
- как отношение реального значения показателя к требуемому либо максимально (минимально) возможному;
- экспертным путем по соответствующей шкале и приводятся к значениям от 0 до 1.

Весовые коэффициенты определяются экспертным путем с использованием математических методов (ранжирования, приписывания баллов, парного сравнения и др.) [14, 15].

Описанный выше методический аппарат позволяет провести количественную оценку эффективности ИС на различных стадиях их жизненного цикла. При этом для каждой из стадий жизненного цикла ИС характерны отличия в целях оценки эффективности и в составе выбираемого набора показателей эффективности.

## **2. Основные методы оценки качества ИС**

Качество ИС является комплексной характеристикой совокупности технических, технологических, эксплуатационных, экономических и других показателей и требует постоянного совершенствования подходов к ее оценке. Необходимо определить перечень показателей качества, по которым будут оцениваться системы, а также произвести обобщенную

оценку по всем выбранным показателям. Оценка качества ИС производится на всех стадиях их жизненного цикла.

Качество ИС - совокупность свойств системы, обуславливающих возможность ее использования для удовлетворения определенных в соответствии с ее назначением потребностей. Требования к качеству могут быть выражены структурированной системой характеристик (показателей) качества. Такая система показателей называется моделью качества.

Наиболее распространенными моделями качества ИС в настоящее время являются модели МакКола, Боэма, Гилба и созданные на их основе модели, закрепленные нормативными документами - ГОСТ 28195-89, ГОСТ ИСО/МЭК 9126-2008, ГОСТ Р ИСО/МЭК 25010-2015 и ГОСТ РВ 51987-2002.

Модель МакКола классифицирует все требования к программному обеспечению по 11 факторам качества программного обеспечения, которые сгруппированы в три направления — использование, модификация и переносимость. Критерии качества – это числовые уровни факторов, поставленные в качестве целей при разработке. Всего введено 22 критерия качества. Каждый критерий качества зависит от одного или нескольких факторов качества.

Боэм предложил модель, представляющую, по существу, расширение модели МакКола. В ней атрибуты качества подразделяются по способу использования программной системы. Определено 19 промежуточных атрибутов, в которые входят все 11 факторов качества модели МакКола. По сравнению с моделью МакКола в модели Боэма дополнительно введен ряд атрибутов качества.

Модель Гилба соответствует общей концепции предыдущих моделей, но имеет несколько отличий. Помимо атрибутов качества, в модель входят атрибуты ресурсов. Модель основана на четырех качественных (применимость, полезность, приспособляемость, удобство использования) и четырех ресурсных (время, бюджет, исполнители, средства разработки) атрибутах, которые можно расширять.

Необходимо отметить, что модели МакКола, Боэма, Гилба носят концептуальный характер; реальных систем, которые полностью соответствовали бы этим моделям, нет. Вместе с тем, существующие стандарты, разработанные с учетом имеющихся моделей качества, учитывают особенности реальных ИС.

ГОСТ 28195-89 включает в себя общие положения по оценке качества программных средств, описывает процессы планирования уровня качества, а также процессы контроля значений показателей качества в процессе разработки и испытаний. Показатели качества

разбиты на 6 групп и 19 комплексных показателей. Группы определяют пользовательские свойства программных средств, комплексные показатели - программные свойства, от значений которых зависит значение пользовательских свойств.

В ГОСТ ИСО/МЭК 9126-2001 оценка качества программных систем основана на трехуровневом рассмотрении. Уровень цели - то, что пользователь желает видеть в программном обеспечении. Уровень атрибутов - свойства, отражающие приближение к целям. Уровень метрик - количественные характеристики степени наличия атрибутов. В модели выделено 6 целей: функциональность, надежность, практичность или удобство использования, эффективность, сопровождаемость, переносимость или мобильность. Цели подразделяются на атрибуты качества.

ГОСТ Р ИСО/МЭК 25010-2015 уточняет ряд положений предыдущего стандарта и в целом включает те же характеристики качества программного обеспечения с некоторыми дополнениями.

подавляющее большинство моделей качества и стандартов посвящены оценке качества только программных средств. В то же время, оценка качества ИС должна охватывать все ее элементы: технические средства; программное обеспечение; другие виды обеспечения, включая организационное; подсистему эксплуатации и др.

Перечень требований и показателей качества ИС в целом содержит лишь один стандарт - ГОСТ РВ 51987-2002 [16]. Стандарт содержит 10 характеристик качества функционирования ИС и 16 основных показателей качества функционирования ИС, для которых задаются конкретные значения. Вместе с тем, по большинству обобщенных показателей качества данный стандарт предлагает всего один-два частных показателя качества, что недостаточно для объективной и всесторонней оценки системы. Кроме того, данный документ разработан около двух десятков лет назад и не в полной мере учитывает особенности современных информационных систем. Целесообразна разработка аналога данного стандарта, содержащего новый расширенный перечень обобщенных и частных показателей качества для современных ИС.

В ряде работ ФИЦ ИУ РАН сделаны попытки доработать единственный стандарт, относящийся к ИС в целом (ГОСТ РВ 51987-2002), в направлении учета особенностей современных ИС [7]. В частности, предложен перечень показателей качества для типовой ИС на основе доработанных и расширенных требований этого стандарта, в котором увеличено число показателей качества, а также введены показатели, учитывающие особенности современных ИС (табл. 2).

## Показатели качества для типовой ИС

<b>Обобщенные показатели</b>	<b>Частные показатели</b>
Надежность	Коэффициент готовности Среднее время наработки на отказ Среднее время восстановления Вероятность безотказной работы Вероятность представления/доведения инф.
Своевременность	Среднее время доведения информации Среднее время доступа к данным Среднее время обработки информации Вероятность обработки информации за Tзад. Среднее время выполнения технол. операций
Полнота	Доля информации, представленной в требуемом объеме Доля реализованных решений Полнота контроля Вероятность оперативного отражения объектов и явлений
Достоверность	Вероятность безошибочной обработки Средняя наработка на ошибку Среднее время коррекции информации Коэффициент информационного технического использования
Конфиденциальность	Вероятность сохранения конфиденциальности информации в течение заданного периода Время вскрытия информации Вероятность навязывания ложного сообщения
Защищенность от несанкционированного доступа (НСД)	Вероятность сохранения защищенности от НСД Время успешной попытки НСД Вероятность преодоления механизмов защиты
Организационное обеспечение	Наличие и укрупненность эксплуатирующих подразделений Профессиональная подготовка персонала Морально-психологический фактор Эргономика



Данный перечень показателей качества ИС может служить основой для разработки стандарта в данной области.

### **Заключение**

На современном этапе создания и совершенствования высокотехнологичных ИС одним из инструментов повышения их технического и технологического уровня является оценка эффективности и качества на всех стадиях жизненного цикла.

Сопоставление показателей эффективности и качества ИС с отечественными и зарубежными системами-аналогами позволяет понять их сильные и слабые стороны и принять соответствующие меры по повышению технического уровня.

В докладе рассмотрены основные подходы к оценке эффективности и качества ИС. Предложены:

- перечни показателей эффективности и качества для конкретных ИС;
- направления развития и совершенствования существующей нормативной базы в области требований и показателей эффективности и качества ИС.

### **Список литературы**

1. ГОСТ 34.003-90. Информационная технология. Автоматизированные системы. Термины и определения [Текст]. – Введ. 1992-01-01. – М.: Стандартинформ, 2005. – 14 с.
2. ГОСТ 15467-79. Управление качеством продукции. Основные понятия. Термины и определения [Текст]. – Введ. 1979-01-07. – М.: Стандартинформ, 2009. – 21 с.
3. Уткин, В. Ф. Надежность и эффективность в технике: Справочник: В 10 томах. Т.3. Эффективность технических систем / В. Ф. Уткин, Ю. В. Крючков. – М.: Машиностроение, 1988. – 328 с.
4. Соломонов, Ю. С. Большие системы: гарантийный надзор и эффективность / Ю. С. Соломонов, Ф. К. Шахтарин. – М.: Машиностроение, 2003. – 368 с.
5. ГОСТ 24.702-85. Эффективность автоматизированных систем управления. Основные положения [Текст]. – Введ. 1987-01-01. – М.: Стандартинформ, 2003. – 6 с.
6. Кузовкова, Т. А. Экономика отрасли инфокоммуникаций. Учебное пособие для вузов / Т. А. Кузовкова, Е. Е. Володина, Е. Г. Кухаренко. – М.: Горячая линия – Телеком, 2014. – 190 с.
7. Зацаринный, А. А. Оценка эффективности информационно-телекоммуникационных систем / А. А. Зацаринный, Ю. С. Ионенков. – М.: НИПКЦ Восход-А, 2020. – 120 с.

8. Зацаринный, А. А. Некоторые аспекты оценки эффективности облачных технологий / А.А. Зацаринный, Ю.С. Ионенков, А.П. Сучков // Системы и средства информатики. – 2018. – № 3. – С.104-117.
9. Зацаринный, А. А. К вопросу оценки эффективности автоматизированных систем с использованием метода анализа иерархий / А.А. Зацаринный, Ю. С. Ионенков // Системы и средства информатики. – 2015. – № 3. – С. 162–179.
10. Зацаринный, А. А. К вопросу о сравнительной оценке эффективности ситуационных центров / А.А. Зацаринный, Ю. С. Ионенков, А.П. Шабанов // Системы и средства информатики. – 2013. – № 2. – С. 155–171.
11. Окунев, Ю. Б. Принципы системного подхода к проектированию в технике связи / Ю. Б. Окунев, В. Г. Плотников. – М.: Связь, 1976. – 183 с.
12. Подиновский, В. В. Парето-оптимальные решения многокритериальных задач / В. В. Подиновский, В. Д. Ногин. – М.: Наука, 1982. – 256 с.
13. Подиновский, В. В. Оптимизация по последовательно применяемым критериям / В. В. Подиновский, В. М. Гаврилов – М.: «Сов. радио», 1975. – 192 с.
14. Саати, Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий / Т. Саати. – М.: Радио и связь, 1993. – 278 с.
15. Ларичев, О. И. Теория и методы принятия решений / О. И. Ларичев. – М.: Университетская книга, Логос, 2006. – 392 с.
16. ГОСТ РВ 51987-2002. Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Требования и показатели качества функционирования информационных систем [Текст]. – Введ. 2003-01-01. – М.: Стандартинформ, 2003. – 52 с.