

# **НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ И КАЧЕСТВА ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ**

**Зацаринный Александр Алексеевич, д.т.н., профессор, главный научный сотрудник  
Ионенков Юрий Сергеевич, к.т.н., старший научный сотрудник**

## Актуальность задачи оценки эффективности и качества ИС

- Широкое распространение ИС во всех областях государственного управления и общественной жизни. ИС относятся к классу сложных больших систем с длительным сроком эксплуатации.
- На стадиях **замысла и разработки** ИС возникает необходимость **анализа** нескольких возможных **вариантов** системотехнических решений и **выбора наилучшего** из них с учетом имеющихся ограничений и условий функционирования.
- На стадиях **производства и эксплуатации** возникает задача **оценки достигнутого уровня характеристик ИС** на соответствие заданным требованиям с целью выработки рекомендаций по их совершенствованию и модернизации.

1. Зацаринный А. А., Ионенков Ю. С. **Оценка эффективности информационно-телекоммуникационных систем** / Под ред. д.т.н. А. А. Зацаринного. – М.: НИПКЦ Восход-А, 2020. – 120 с.

2. А.А. Зацаринный, Ю.С. Ионенков. **Методический подход к оценке вклада информационных систем в эффективность организационных систем**// Системы и средства информатики – М.: ТОРУС ПРЕСС, 2020, Том 30, № 2. с.136-144.

3. Кузовкова Т.А., Шаравова О.И. **Принципы взаимоувязанного управления развитием инфокоммуникаций и цифровой экономики на основе измерения синергии эффективности**. М.: Горячая линия – Телеком, 2021.- 170 с.

**Эффективность** системы – степень достижения целей, поставленных при ее создании [1].

**Качество** системы – совокупность свойств, обуславливающих возможность ее использования для удовлетворения определенных в соответствии с назначением потребностей [2].

### Соотношение понятий эффективности и качества [3].

Параметр	Эффективность	Качество
Область применения	Целенаправленные системы	Объекты любой природы
Основная характеристика	Степень соответствия функционирования системы ее целям	Совокупность свойств системы, существенных для ее использования по назначению
Фактор структурного анализа	Алгоритм функционирования	Структура и состав системы

1. ГОСТ 34.003-90. Информационная технология. Автоматизированные системы. Термины и определения. - М.: Стандартиформ, 2005. 14 с.
2. ГОСТ 15467-79. Управление качеством продукции. Основные понятия. Термины и определения. - М.: Стандартиформ, 2009. 21 с.
3. Семенов С.С., Воронов Е.М., Полтавский А.В., Крянев А.В. Модели и методы принятия решений в задачах оценки качества и технического уровня сложных систем. – М.: ЛЕНАНД, 2020. – 520 с.

## **Эффективность систем**

**Эффективность** – степень достижения целей, поставленных при ее создании (ГОСТ 34.003-90).

**Эффективность** – соотношение между достигнутыми при функционировании системы результатами и затраченными на ее создание и функционирование ресурсами (ГОСТ 24.702-85).

**Критерий эффективности** - правило, позволяющее сопоставлять стратегии, характеризующиеся различной степенью достижения цели и осуществлять их выбор из множества допустимых.

1. ГОСТ 34.003-90. Информационная технология. Автоматизированные системы. Термины и определения. - М.: Стандартинформ, 2005. 14 с.
2. ГОСТ 24.702-85. Эффективность автоматизированных систем управления. Основные положения. - М.: Стандартинформ, 2003. 6 с.
3. Надежность и эффективность в технике: справочник. В 10 томах. / Ред. совет: В.С. Авдеевский и др. Т.3. Эффективность технических систем. / Под ред. В.Ф. Уткина, Ю.И. Крючкова.– М.: Машиностроение, 1988.- 328 с.

**Показатель эффективности** – характеристика, описываемая количественно и позволяющая оценить свойство системы с какой-либо одной стороны [1].

### **Требования к показателям эффективности:**

- 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 должны учитывать требования действующих нормативно-технических документов.

1. ГОСТ 24.702-85. Эффективность автоматизированных систем управления. Основные положения. – М.: Стандартинформ, 2003. 6с.

2. А.А. Зацаринный, Ю.С. Ионенков. **Некоторые методические аспекты выбора показателей эффективности информационных систем**// Системы высокой доступности. М.: Радиотехника, 2019, № 4 . с. 19-26.

# Выбор показателей эффективности для различных типов ИС

## Типовая ИС

(доработка требований ГОСТ РВ 51987-2002)

- Надежность
- Своевременность
- Полнота
- Достоверность
- Конфиденциальность
- Защищенность от НСД

Особенность: доработка в части расширения числа требований (показателей)

## ИС на основе облачных технологий

- Технический фактор
- Технологический фактор
- Экономичность
- Степень риска
- Информационная безопасность
- Человеческий фактор

Особенности: сложность обеспечения ИБ; технология в стадии освоения; высокая степень типизации и унификации аппаратно-программных средств.

## СРСЦ органов государственной власти

- Развитие системы
- Своевременность
- Полнота
- Достоверность
- Организация

Особенность: высокая степень типизации и унификации технических средств и технологий.

## Ситуационные центры

- Функциональные задачи
- Технический фактор
- Технологический фактор
- Эксплуатационный фактор
- Организационный фактор

Особенности: большое значение организационного фактора; высокая степень типизации и унификации технических средств и технологий.

# Перечень показателей эффективности ИС на основе облачных технологий (вариант)

Обобщенные показатели	Частные показатели
Технический фактор	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Уровень надежности</li> <li>• Скорость обмена информацией</li> <li>• Масштабируемость ресурсов</li> <li>• Дополнительное пространство хранения</li> <li>• Резервное копирование информации</li> </ul>
Технологический фактор	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Возможности интеграции приложений</li> <li>• Развитие среды работы приложений</li> <li>• Развитие системы мониторинга</li> <li>• Удобство пользовательского интерфейса</li> </ul>
Экономичность	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Расходы на внедрение</li> <li>• Экономия средств</li> <li>• Выгодность использования облачных технологий</li> </ul>
Степень риска	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Нормативно-правовые вопросы</li> <li>• Реагирование провайдера на инциденты</li> <li>• Совместимость</li> <li>• Восстановление данных и их конфиденциальности</li> </ul>
Информационная безопасность	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Криптографическая защита данных</li> <li>• Аутентификация пользователей</li> <li>• Разграничение прав пользователей</li> <li>• Антивирусная защита</li> </ul>
Человеческий фактор	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Готовность сотрудников к внедрению новых технологий</li> <li>• Уровень подготовки сотрудников</li> <li>• Способность сотрудников к обучению</li> <li>• Уровень мотивации сотрудников</li> </ul>

А.А. Зацаринный, Ю.С. Ионенков, А.П. Сучков. **Некоторые аспекты оценки эффективности облачных технологий** // Системы и средства информатики – М.: ТОРУС ПРЕСС, 2018, Том 28, № 3. с. 104-117.

## Методы оценки эффективности систем:

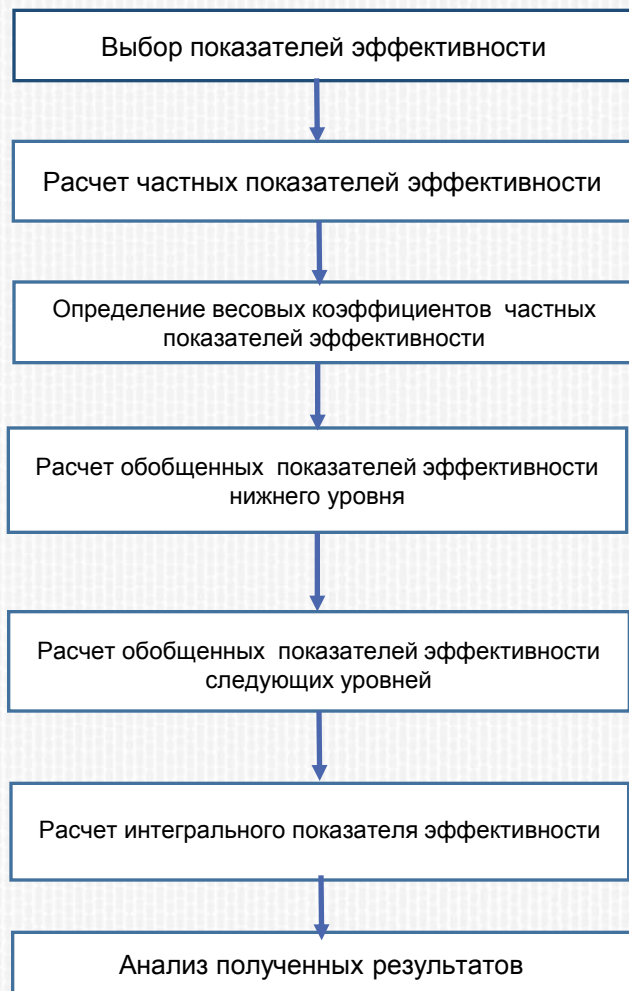
- метод среднего взвешенного;
- метод Парето;
- метод последовательных уступок;
- метод анализа иерархий (МАИ);
- метод анализа среды функционирования (DEA/АСФ).

1. Окунев Ю. Б., Плотников В. Г. **Принципы системного подхода к проектированию в технике связи.** – М.: Связь, 1976. 183 с.
2. Подиновский В.В., Ногин В.Д. **Парето-оптимальные решения многокритериальных задач.** – М.: Наука, 1982. – 256 с.
3. Подиновский В.В. , Гаврилов В. М. **Оптимизация по последовательно применяемым критериям.** М., «Сов. радио», 1975, 192 стр.
4. Саати Т. **Принятие решений. Метод анализа иерархий.** – М.: Радио и связь, 1993. 278 с.
5. Charnes, A. **Measuring the Efficiency of Decision Making Units**// European Journal of Operational Research.-1978. - Vol.2. – P. 429-444.



## Методический аппарат оценки эффективности ИС

Методический аппарат основан на применении методов среднего взвешенного и анализа иерархий.



Расчет **обобщенных показателей эффективности** каждой из групп производится на основе аддитивной либо мультипликативной свертки частных показателей:

$$\mathcal{E}_i = \sum_{i=1}^n \alpha_i \cdot K_i \quad \text{или} \quad \mathcal{E}_i = \prod_{i=1}^n K_i^{\alpha_i}$$

где:  $n$  – число выбранных показателей;

$\alpha_i$  – весовые коэффициенты соответствующих показателей,  $0 \leq \alpha_i \leq 1$ ;

$K_i$  – нормированные показатели.

**Частные показатели эффективности:**

- по типовым формулам;
- по отдельным методикам;
- как отношение реального значения показателя к требуемому либо максимально (минимально) возможному  $\mathcal{E}_i = N/N_{\text{тр}}$ ;
- определенные экспертным путем.

Весовые коэффициенты определяются экспертным путем, в том числе с использованием математических методов (метод ранжирования, балльный метод, методы парного сравнения и т.п.).

Зацаринный А. А., Ионенков Ю. С. **Оценка эффективности информационно-телекоммуникационных систем** / Под ред. д.т.н.

А. А. Зацаринного. – М.: НИПКЦ Восход-А, 2020. – 120 с.

## Подходы к выбору показателей эффективности на различных стадиях жизненного цикла ИС

Стадия ЖЦ	Показатели эффективности	Особенности
Замысел	Требования к системе, представленные в ТТЗ: <ul style="list-style-type: none"> <li>– назначения;</li> <li>– функциональные;</li> <li>– эргономические;</li> <li>– безопасности;</li> <li>– конструктивные;</li> <li>– к видам обеспечения.</li> </ul>	Минимальный набор показателей. Значения показателей определяются экспертным путем.
Разработка	Показатели эффективности в зависимости от типа ИС, например в соответствии с доработанными требованиями ГОСТ РВ 51987-2002, включая технологические, конструктивные, организационные и другие показатели.	Более широкий набор показателей, учитывающий технологические, конструктивные и другие показатели. Значения показателей определяются как экспертным, так и экспериментальным путем (в ходе испытаний).
Производство и эксплуатация	Функциональные, технические, технологические и эксплуатационные показатели, характеризующие возможности ИС.	Учет показателей, характеризующих условия эксплуатации (эргономика, техническое обслуживание, подготовка персонала и др.). Значения показателей определяются в основном экспериментальным путем.

# Модели качества систем

## Известные теоретические модели качества:

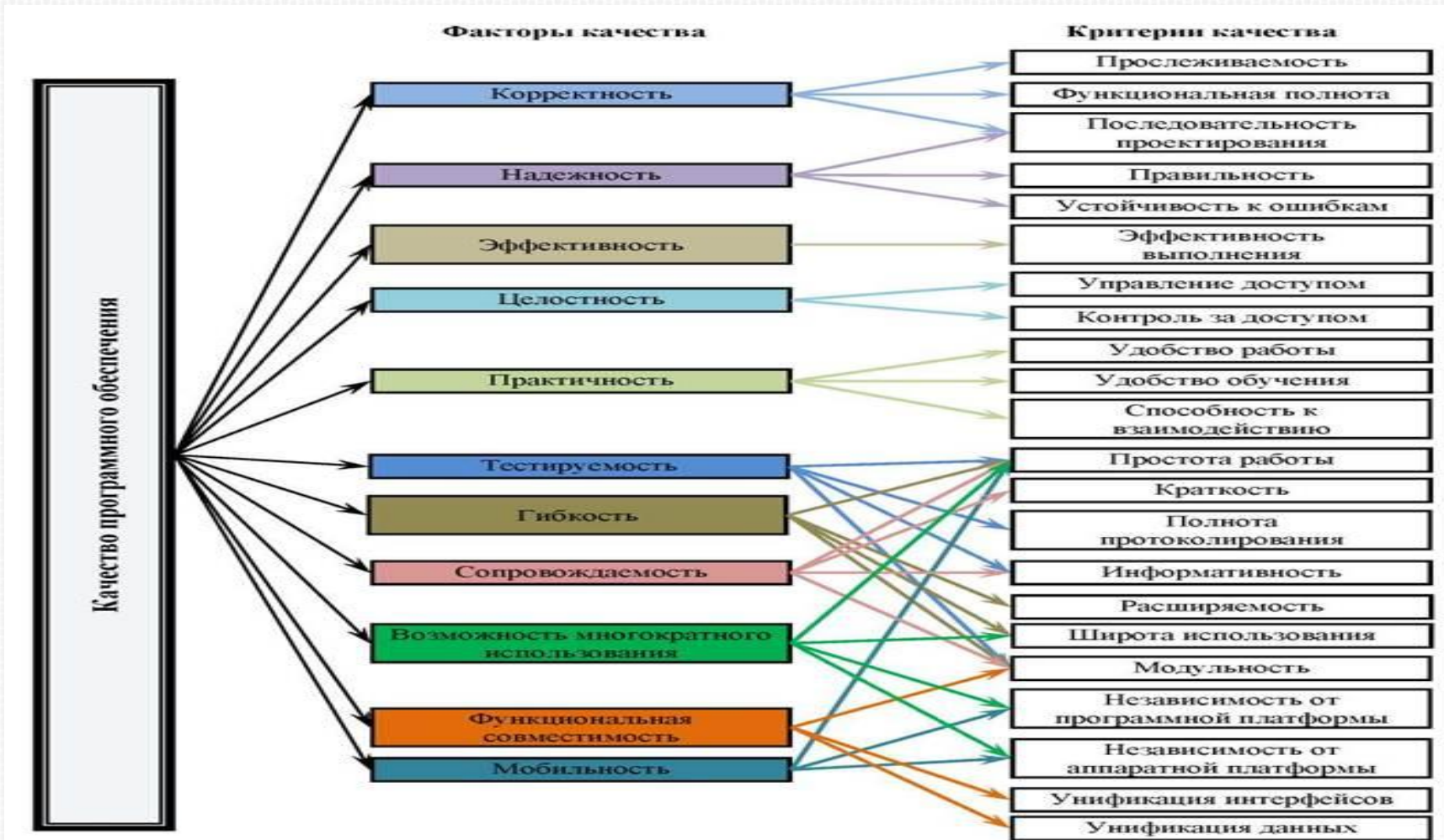
- модель МакКола;
- модель Бозма;
- модель Гилба;

## Несколько реализующих их стандартов:

- ГОСТ 28195-89;
- ГОСТ ИСО/МЭК 9126-2001;
- ГОСТ РВ 51987-2002.

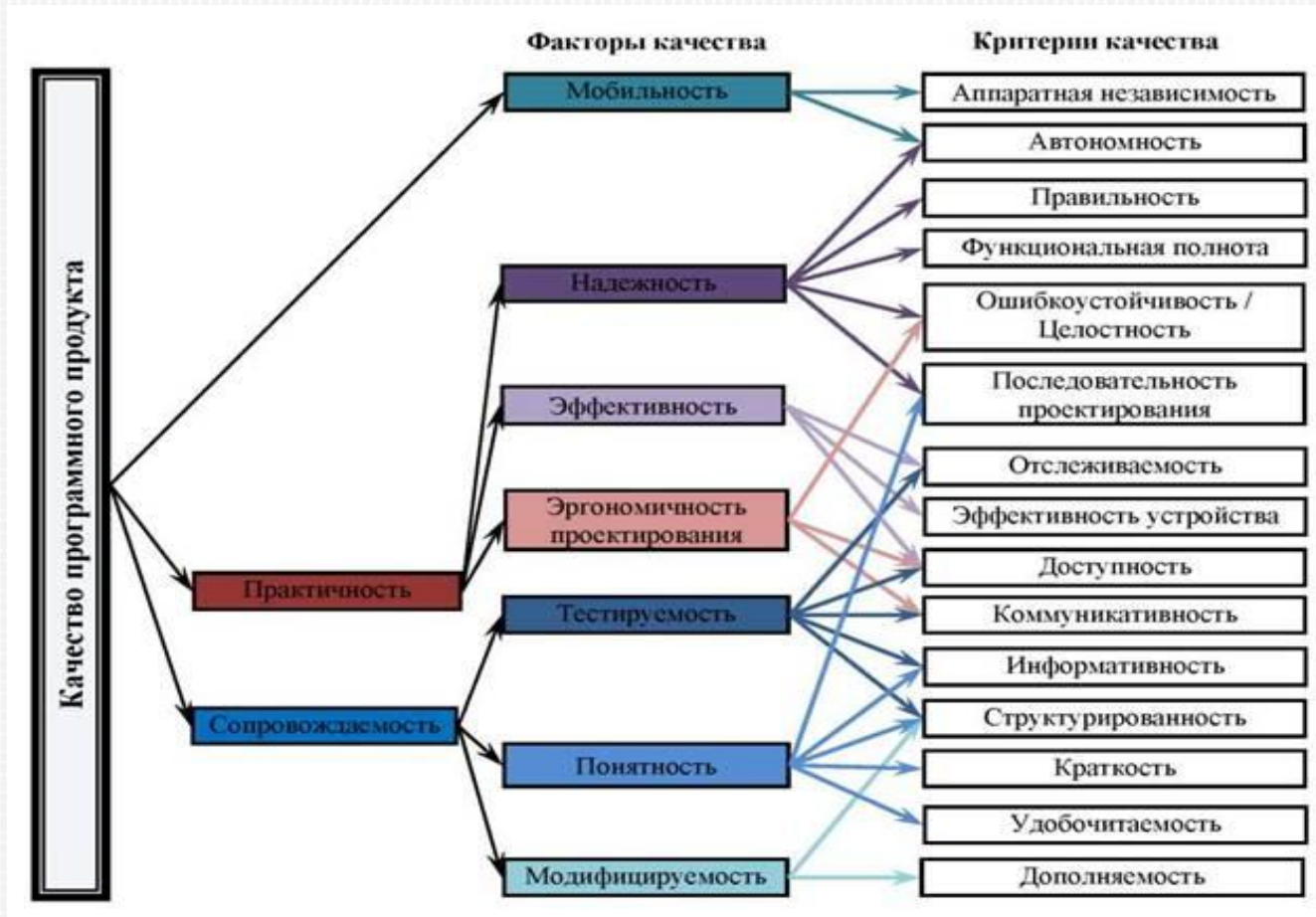
1. McCall J, Richards P, Walters G. **Factors in software quality**. V. I, II, III // Report NTIS AD-A049-014, 015, 055. - Rome (New York): US Rome Air Development Center, 1977.
2. Бозм Б. и др. **Характеристики качества программного обеспечения**. - М.: Мир, 1981. - 208 с.
3. Gilb T. **Principles of Software Engineering Management**. - Reading MA: Addison Wesley, 1988. 464 p.
4. ГОСТ 28195-89 Оценка качества программных средств. Общие положения. – М.: Стандартинформ, 2001. 31 с.
5. ГОСТ ИСО/МЭК 9126-2001 Информационная технология. Оценка программной продукции. Характеристики качества и руководства по их применению. М.: Стандартинформ, 2013. 13 с.
6. ГОСТ РВ 51987-2002 Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Требования и показатели качества функционирования информационных систем. – М.: Стандартинформ, 2003. 52 с.

# Модель МакКола



McCall J, Richards P, Walters G. **Factors in software quality**. V. I, II, III // Report NTIS AD-A049-014, 015, 055. - Rome (New York): US Rome Air Development Center, 1977.

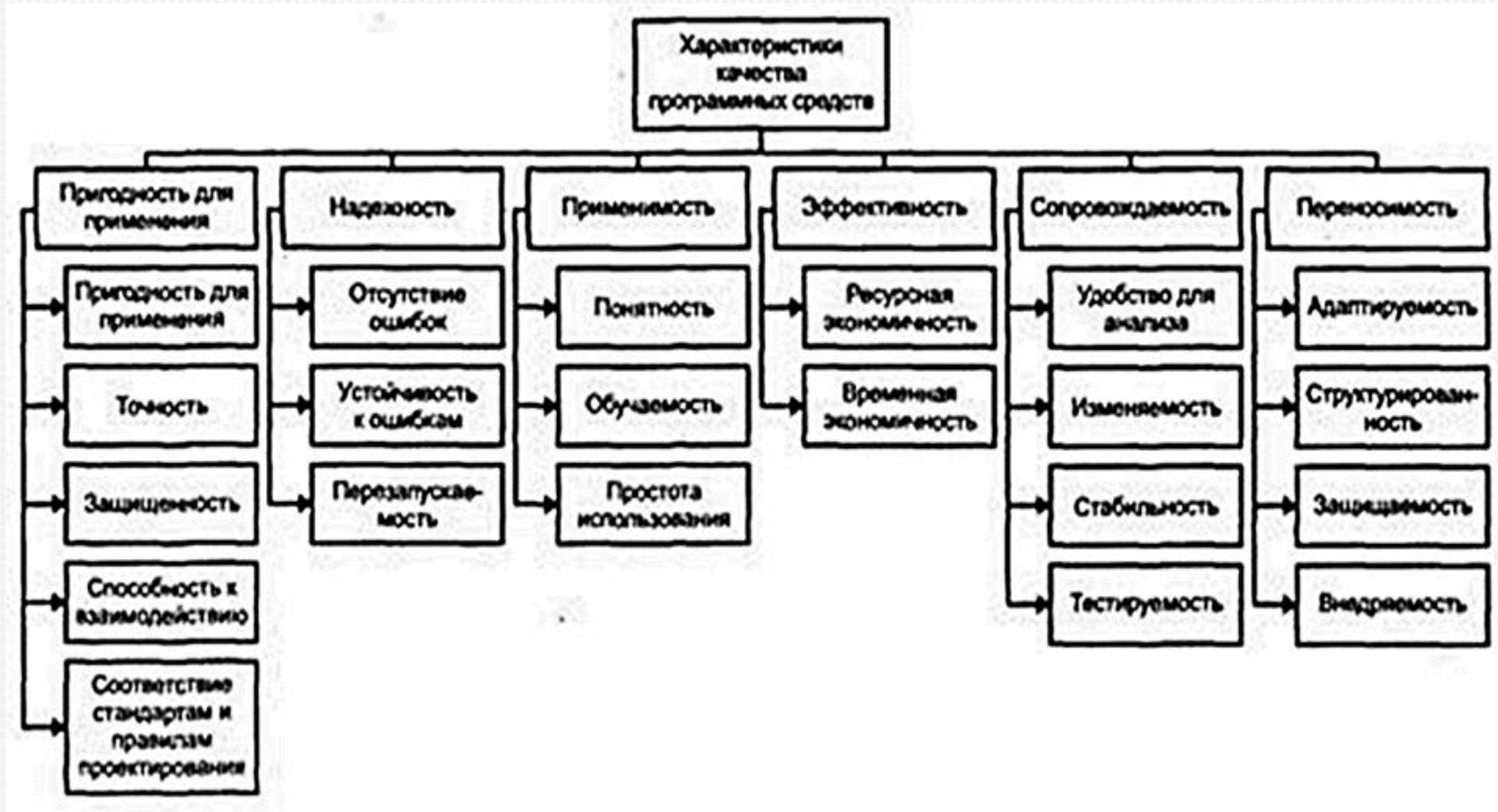
# Модель Боэма



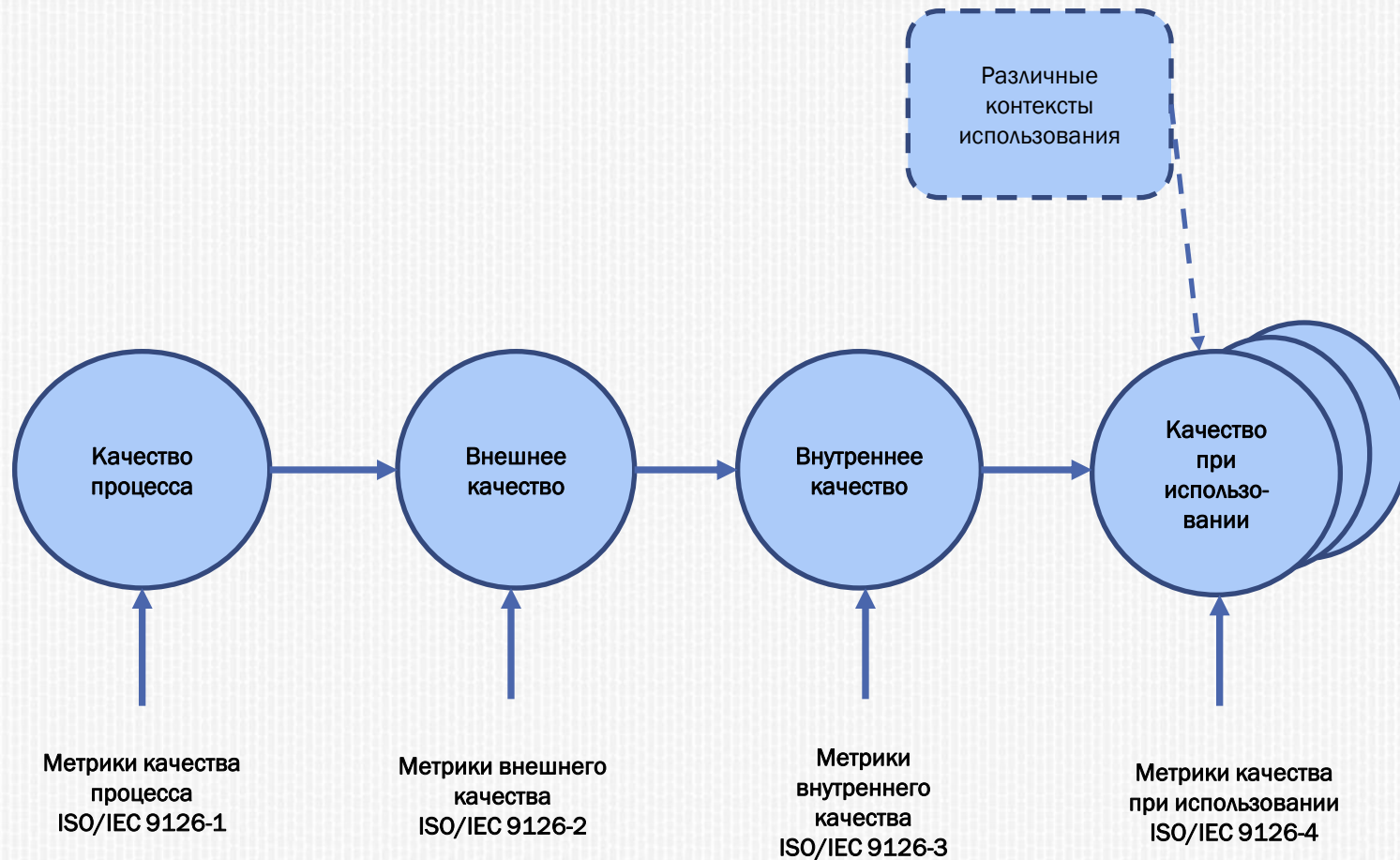
. Боэм Б. и др. **Характеристики качества программного обеспечения**. - М.: Мир, 1981. - 208 с.

# Модель оценки качества программных средств

## ГОСТ 28195-89



# Модель оценки качества программных средств ИСО/МЭК 9126-2002



# Модель оценки качества информационных систем ГОСТ РВ 51987-2002

Обобщенные показатели	Частные показатели
Надежность	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Среднее время наработки на отказ</li> <li>• Среднее время восстановления</li> <li>• Коэффициент готовности</li> <li>• Вероятность представления/доведения информации</li> <li>• Вероятность надежного выполнения технологических операций</li> </ul>
Своевременность	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Среднее время реакции системы при обработке запроса</li> <li>• Среднее время выполнения технологических операций</li> </ul>
Полнота информации	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Вероятность обеспечения полноты оперативного отражения в системе новых объектов и явлений</li> </ul>
Актуальность информации	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Вероятность сохранения актуальности информации на момент ее использования</li> </ul>
Безошибочность информации	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Вероятность отсутствия ошибок во входной информации на бумажном носителе</li> <li>• Вероятность отсутствия ошибок во входной информации на машинном носителе</li> </ul>
Корректность обработки информации	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Вероятность получения корректных результатов обработки информации за заданное время</li> </ul>
Конфиденциальность информации	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Вероятность сохранения конфиденциальности информации в течение заданного периода</li> </ul>
Безошибочность действий должностных лиц	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Вероятность безошибочных действий должностных лиц</li> </ul>
Защищенность от опасных программно-технических воздействий	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Вероятность отсутствия опасного воздействия</li> </ul>
Защищенность от НСД	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Вероятность сохранения защищенности от НСД</li> </ul>

ГОСТ РВ 51987-2002 Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Требования и показатели качества функционирования информационных систем. – М.: Стандартинформ, 2003. 52 с.



## Предлагаемый перечень показателей качества ИС (вариант) (с учетом ГОСТ РВ 51987-2002)

Обобщенные показатели	Частные показатели
Надежность	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Коэффициент готовности</li> <li>• Среднее время наработки на отказ</li> <li>• Среднее время восстановления</li> <li>• Вероятность безотказной работы</li> <li>• Вероятность представления/доведения информации</li> </ul>
Своевременность	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Среднее время доведения информации</li> <li>• Среднее время доступа к данным</li> <li>• Среднее время обработки информации</li> <li>• Вероятность обработки информации за заданное время</li> <li>• Среднее время выполнения технологических операций</li> </ul>
Полнота	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Доля информации, представленной в требуемом объеме</li> <li>• Доля реализованных решений</li> <li>• Полнота контроля</li> <li>• Вероятность оперативного отражения объектов и явлений</li> </ul>
Достоверность	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Вероятность безошибочной обработки</li> <li>• Средняя наработка на ошибку</li> <li>• Среднее время коррекции информации</li> <li>• Коэффициент информационно-технического использования</li> </ul>
Конфиденциальность	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Вероятность сохранения конфиденциальности информации в течение заданного периода</li> <li>• Время вскрытия информации</li> <li>• Вероятность навязывания ложного сообщения</li> </ul>
Защищенность от НСД	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Вероятность сохранения защищенности от НСД</li> <li>• Время успешной попытки НСД</li> <li>• Вероятность преодоления механизмов защиты</li> </ul>
Организационное обеспечение	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Наличие и укомплектованность эксплуатирующих подразделений</li> <li>• Профессиональная подготовка персонала</li> <li>• Эргономика</li> </ul>

## Публикации за 2013-2021 годы по проблематике оценки эффективности и качества ИС

- 1) Зацаринный А. А., Ионенков Ю. С. **Некоторые вопросы оценки качества информационных систем**// Системы и средства информатики – 2021, Том 31, № 4. с.4-17.
- 2) А. А. Зацаринный, Ю. С. Ионенков. **Выбор целевых показателей информационных систем в условиях цифровой трансформации общества**// Информационные технологии и вычислительная техника - М.: ФИЦ ИУ РАН, 2021, № 2. с. 3-10.
- 3) Зацаринный А.А., Волович К.И., Денисов С.А., Ионенков Ю.С., Кондрашев В.А. **Вопросы выбора показателей эффективности функционирования высокопроизводительного вычислительного комплекса на примере ЦКП «Информатика» ФИЦ ИУ РАН** // Известия высших учебных заведений. Материалы электронной техники. 2020;23(3):241-247.
- 4) Зацаринный А. А., Ионенков Ю. С. **Оценка эффективности информационно-телекоммуникационных систем** / Под ред. д.т.н. А. А. Зацаринного. – М.: НИПКЦ Восход-А, 2020. – 120 с.: ил.
- 5) Ю.С. Ионенков. **Некоторые вопросы совершенствования методического аппарата оценки эффективности информационно-телекоммуникационных систем**// Радиолокация, навигация, связь: сборник трудов XXVI Международной научно-технической конференции (29 сентября- 1 октября 2020 г.): в 6 т./ – Воронежский государственный университет; АО «Концерн «Созвездие». – Воронеж: Издательский дом ВГУ, 2020, Т.1, с. 272-281.
- 6) А. А. Зацаринный, К.И. Волович, С.А. Денисов, Ю. С. Ионенков, В.А. Кондрашев. **Методические подходы к оценке эффективности центра коллективного пользования «Информатика»** // Системы высокой доступности. М.: Радиотехника, 2020, № 2. с.44-51.
- 7) А.А. Зацаринный, Ю.С. Ионенков. **Методический подход к оценке вклада информационных систем в эффективность организационных систем**// Системы и средства информатики – М.: ТОРУС ПРЕСС, 2020, Том 30, № 2. с.136-144.
- 8) А.А. Зацаринный, Ю.С. Ионенков. **Некоторые методические аспекты выбора показателей эффективности информационных систем**// Системы высокой доступности. М.: Радиотехника, 2019, № 4 . с. 19-26.
- 9) А.А. Зацаринный, Ю.С. Ионенков. **Метод выбора варианта построения информационно-телекоммуникационной системы** // Системы и средства информатики – М.: ТОРУС ПРЕСС, 2019, Том 29, № 3. с. 114-126.
- 10) Ю.С. Ионенков. **Некоторые вопросы оценки эффективности мультисервисных сетей связи**// Радиолокация, навигация, связь: Сборник трудов XXV Международной научно-технической конференции (16-18 апреля 2019 г.): в 6 т./ – Воронежский государственный университет; АО «Концерн «Созвездие». – Воронеж: Издательский дом ВГУ, 2019, Т.2, с. 325-333.

## Публикации за 2013-2021 годы по проблематике оценки эффективности и качества ИС

- 11) А.А. Зацаринный, Ю.С. Ионенков, А.П. Сучков. **Некоторые аспекты оценки эффективности облачных технологий** // Системы и средства информатики – М.: ТОРУС ПРЕСС, 2018, Том 28, № 3. с. 104-117.
- 12) Ю.С. Ионенков. **Методический подход к оценке эффективности информационно-телекоммуникационных систем**// Математическое моделирование и информационные технологии в инженерных и бизнес-приложениях: сборник материалов междунар. науч. конф. (Воронеж, 3-6 сентября 2018 г.) / под ред. М.Г. Матвеева, Д.Н. Борисова: Воронежский государственный университет. – Воронеж: Издательский дом ВГУ, 2018. с. 209-217.
- 13) А.А. Зацаринный, А.В. Воронин, Ю.С. Ионенков. **Особенности оценки эффективности геоинформационной системы как элемента ситуационного центра** // Системы и средства информатики – М.: ТОРУС ПРЕСС, 2018, Том 28, № 2. с.75-87.
- 14) Ионенков Ю.С. **Научно-практические аспекты оценки эффективности информационно-телекоммуникационных систем**// Радиолокация, навигация, связь: Сборник трудов XXIV Международной научно-технической конференции (17-19 апреля 2018 г.). Том 1. – Воронеж: ООО «Вэлберн», 2018, с. 140-149.
- 15) Ионенков Ю.С. **Оценка качества научно-технической документации**// ИТНОУ: информационные технологии в науке, образовании и управлении, №4 (4), 2017, с.14-18.
- 16) Зацаринный А.А., Ионенков Ю.С. Зацаринный А.А., Ионенков Ю.С. **Некоторые аспекты оценки эффективности автоматизированных информационных систем на различных стадиях их жизненного цикла**// Системы и средства информатики – М.: ТОРУС ПРЕСС, 2016, Том 26, № 3. с.123-136.
- 17) Зацаринный А.А., Ионенков Ю.С. **К вопросу оценки эффективности автоматизированных систем с использованием метода анализа иерархий**// Системы и средства информатики – М.: ТОРУС ПРЕСС, 2015, Том 25, № 3. с. 162-179.
- 18) Зацаринный А. А., Ионенков Ю. С., Шабанов А. П. **О нормировании показателей эффективности ситуационно-аналитических центров**// Системы автоматизации в образовании, науке и производстве: Труды IX Всероссийской научно-практической конференции (Новокузнецк, 9-11 октября 2013 г.)- Новокузнецк: СибГИУ, 2013. с. 302-306.
- 19) Зацаринный А. А., Ионенков Ю. С., Шабанов А. П. **Методический подход к оценке эффективности ситуационных центров** // Фундаментальные и прикладные исследования, разработка и применение высоких технологий в промышленности и экономике: Сборник статей 15-й Международной научно-практической конференции. – СПб.: СПбГТУ, 2013. Т. 2. с. 37–39.
- 20) Зацаринный А.А., Ионенков Ю. С., Шабанов А. П. **К вопросу о сравнительной оценке эффективности ситуационных центров**// Системы и средства информатики – М.: ТОРУС ПРЕСС, 2013, Том 23, № 2, с. 155-171.

# **Благодарю за внимание**

**Федеральное государственное учреждение науки «Федеральный  
исследовательский центр «Информатика и управление»  
Российской академии наук» (ФИЦ ИУ РАН)**

**Federal Research Center “Computer Science and Control“  
of the Russian Academy of Sciences  
(FRC CSC RAS)**