

РАЗРАБОТКА МЕТОДА ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЕРЕХОДА ОТ МОНОЛИТНОЙ К СЕРВИС-ОРИЕНТИРОВАННОЙ АРХИТЕКТУРЕ ДЛЯ НЕКОММЕРЧЕСКИХ ОРГАНИЗАЦИЙ

А.О. Черников, магистрант

М.Г. Заводчикова, старший преподаватель

**Российский государственный социальный университет
(Россия, г. Москва)**

DOI:10.24412/2411-0450-2025-9-167-173

Аннотация. Рассматривается разработка и применение нового метода оценки эффективности архитектурных решений в информационных системах для некоммерческих организаций. Актуальность исследования обусловлена потребностью в точных и надежных инструментах для анализа и сравнения различных архитектур, таких как микросервисная и монолитная. Целью работы является создание методики, позволяющей объективно оценивать эффективность архитектурных решений с учетом специфики бизнес-процессов. В процессе исследования использовались методы системного анализа, моделирования и сравнительного анализа. Результаты показали, что предложенный метод обеспечивает более точную и комплексную оценку архитектурных решений для некоммерческих организаций по сравнению с существующими подходами. Выводы исследования могут быть полезны для специалистов в области бизнес-информатики и архитекторов информационных систем при выборе оптимальных архитектурных решений.

Ключевые слова: микросервисная архитектура, монолитная архитектура, сервис-ориентированная архитектура, оценка эффективности, методы оценки, анализ архитектурных решений.

Современные организации всё чаще сталкиваются с необходимостью модернизации ИТ-архитектуры для повышения гибкости, масштабируемости и устойчивости систем. В то время как коммерческий сектор активно переходит от монолитных решений к сервис-ориентированной архитектуре (SOA) и микросервисам, некоммерческие организации (НКО) часто отстают из-за ограниченных ресурсов и отсутствия подходящих методик оценки эффективности.

Основная проблема заключается в том, что традиционные метрики, ориентированные на прибыль и рентабельность инвестиций (ROI), неприменимы в некоммерческой среде. Вместо этого НКО нуждаются в критериях, учитывающих надёжность, автоматизацию, ресурсоэффективность и снижение операционных затрат. Разработка адаптированного метода оценки архитектурных изменений позволит таким организациям принимать обоснованные решения о модернизации, даже при ограниченных бюджетах, и демонстрировать заинтересованным сторонам ценность ИТ-

трансформации через улучшение процессов и устойчивости систем [1].

Целью данного исследования является разработка практикоориентированного метода оценки эффективности перехода от монолитной к сервис-ориентированной архитектуре (SOA) в условиях некоммерческой организации, деятельность которой не ориентирована на получение прибыли, но требует устойчивой, масштабируемой и экономически целесообразной ИТ-инфраструктуры.

Требования к новому методу оценки эффективности. Разрабатываемый метод должен учитывать специфику некоммерческих организаций и соответствовать следующим ключевым требованиям [2].

1. Не стоимостные критерии оценки, к которым следует отнести:

- ориентация на надёжность, устойчивость и качество сервисов;

- учет снижения нагрузки на персонал;
- измерение улучшения доступности услуг.

2. Комплексность измерений, которая позволит всестороннее оценить планируемый переход:

- сочетание количественных (время отклика, инциденты) и качественных показателей (удобство поддержки);

- использование шкальных оценок и экспертных заключений.

3. Гибкость применения, предопределит адаптивность архитектуры организации при изменении внешних и внутренних факторов:

- масштабируемость под организации разного размера;

- адаптация для различных сфер деятельности;

- настройка весов критериев по приоритетам.

4. Структурированность, предлагается рассматривать через:

- четкий перечень критериев оценки;

- прозрачную методику расчета интегрального показателя;

- стандартизованный алгоритм проведения оценки.

5. Наглядность результатов предлагается демонстрировать посредством:

- возможность визуализации данных;

- интерпретация выводов и рекомендаций;

- градации уровня эффективности.

6. Практичность внедрения предлагаем оценивать по:

- минимизации требований к ресурсам;

- возможности реализации силами организации;

- Использованию доступных данных и инструментов.

7. Учет особенностей сервис-ориентированной архитектуры (SOA) выполняется по критериям:

- оценка распределенности компонентов;

- анализ взаимодействия сервисов;

- сравнение с монолитной архитектурой.

Метод должен обеспечивать объективную оценку без привязки к финансовым и экономическим показателям, оставаясь при этом практическим для применения в условиях ограниченных ресурсов НКО [3].

Общая схема метода оценки эффективности архитектурного перехода. Предлагаемый метод основан на системном подходе к оценке эффективности перехода от монолитной архитектуры к сервис-ориентированной (SOA) в условиях некоммерческой организации. Метод охватывает все этапы анализа, от формулировки критериев оценки до расчёта

итогового интегрального показателя, позволяющего сделать обоснованные выводы о результативности архитектурных изменений.

Этап 1. Определение объекта и целей оценки. На первом этапе фиксируется:

- какая система (или подсистема) подверглась архитектурной трансформации;

- на какой временной шкале будет происходить сравнение (до и после перехода);

- какие цели перехода декларировались: повышение надёжности, снижение операционных затрат, улучшение масштабируемости и т.д.

Важно зафиксировать не только технические параметры, но и организационные ожидания от перехода.

Этап 2. Формирование перечня критериев оценки. Метод опирается на девять ключевых критериев эффективности ($C_1 - C_9$), каждый из которых отражает важную сторону архитектурного качества: C_1 – надежность, C_2 – масштабируемость, C_3 – время отклика, C_4 – модульность, C_5 – трудозатраты персонала, C_6 – безопасность, C_7 – автоматизация, C_8 – ресурсоэффективность, C_9 – снижение операционных затрат.

Каждый критерий будет оцениваться количественно или полу количественно на шкале, обеспечивающей сравнимость и взвешенность оценок.

Этап 3. Сбор и обработка данных по каждому критерию. На этом этапе:

- фиксируются значения показателей до и после перехода;

- применяются методы мониторинга, анкетирования, экспертных интервью, лог-анализа;

- при необходимости проводится нормализация и шкалирование показателей (например, перевод времени отклика в шкалу от 0 до 1).

Если количественные данные недоступны, допускается экспертная шкала оценки (например, 1 – очень плохо, 5 – отлично).

Этап 4. Назначение весов критериям. Каждому из девяти критериев присваивается вес (W_i) в зависимости от их значимости для конкретной организации. Возможны три стратегии:

- равномерное распределение (все веса равны),

- приоритетное распределение (например, надёжность и автоматизация важнее остальных),

- экспертное согласование (на основе консенсуса между заинтересованными сторонами).

Сумма всех весов должна равняться 1 (или 100% при процентном представлении).

Этап 5. Расчёт индивидуальных оценок по критериям. Для каждого критерия рассчитывается оценка эффективности) как функция от:

- значений до и после перехода;

- направления улучшения (например, снижение времени отклика – хорошо, рост затрат – плохо);

- типа шкалы (линейная, логарифмическая, ранговая и т.д.).

Этап 6. Расчёт интегрального показателя эффективности (ИЭП). Итоговая оценка рассчитывается по формуле (1):

$$ИЭП = \sum_{i=1}^9 Wi \cdot Ei \quad (1)$$

где Wi – вес критерия,

Ei – оценка по критерию.

Значение ИЭП варьируется в диапазоне от 0 до 1. Интервалы вариации интерпретируются:

0 – 0,3 – низкая эффективность,

0,31 – 0,6 – средняя эффективность,

0,61 – 0,8 – высокая эффективность,

0,81 – 1,0 – отличная эффективность архитектурного перехода.

Этап 7. Интерпретация и визуализация результатов. Метод предполагает:

- построение диаграммы «паук» по критериям,

- графиков до и после перехода для каждого критерия,

- табличных сравнений.

По результатам реализации указанных этапов анализируются узкие места (критерии с низкими значениями) и точки роста [4-5].

Математическое описание модели. Метод оценки эффективности архитектурного перехода основан на взвешенной агрегации нормализованных значений по девяти ключевым критериям ($C_1 - C_9$). Математическая модель призвана обеспечить объективность, прозрачность и воспроизводимость оценки, независимо от субъективных факторов [6].

Шаг 1: Нормализация значений. Поскольку разные критерии измеряются в разных единицах (секунды, баллы, проценты и т.д.), необходимо привести их к единой шкале. Для этого используется нормализация:

– для критерия, где меньше – лучше (например, трудозатраты, отклик, операционные затраты) (2):

$$Ni = \frac{x_i^{(0)} - x_i^{(1)}}{x_i^{(o)}}, \text{ если } x_i^{(0)} > 0 \quad (2)$$

– для критерия, где больше — лучше (например, масштабируемость, автоматизация, модульность) (3):

$$Ni = \frac{x_i^{(1)} - x_i^{(0)}}{x_i^{(o)}}, \text{ если } x_i^{(0)} > 0 \quad (3)$$

где $x_i^{(0)}$ – значение критерия до перехода;

$x_i^{(1)}$ – значение критерия после перехода.

Если $x_i^{(0)} = 0$, применяется экспертная оценка или используется предельная шкала.

Результат N_i может быть как положительным (улучшение), так и отрицательным (ухудшение).

где k – коэффициент масштабирования (например, $k=1$, если изменение $\pm 100\% \rightarrow$ диапазон $[0, 1]$);

0.5 – сдвиг для нулевого эффекта (без улучшения - $E_i = 0.5$).

где $w_i \in [0; 1]$, и $\sum w_i = 1$.

Пусть после перехода получены следующие значения по трём критериям (в реальности их 9):

- надёжность: с 95% до 98% (рост на 3,15%);

Таблица 1. Итоговые критерии

Показатель	Критерий	Показатель	Критерий
N_1	0,0315	E_1	0,5315
N_2	0,4	E_2	0,9
N_3	0,2	E_3	0,7

Пороговые значения ИЭП: ИЭП < 0,4 – неэффективный переход; 0,4 ≤ ИЭП < 0,6 – сомнительный эффект; 0,6 ≤ ИЭП < 0,8 – умеренно успешный переход; ИЭП ≥ 0,8 – архитектурный переход эффективен.

Алгоритм расчёта интегрального показателя эффективности (ИЭП). Интегральный показатель эффективности (ИЭП) служит обобщающей метрикой, отражающей совокупное влияние архитектурного перехода на ключевые аспекты работы системы. Он поз-

воляет получить объективную и количественную оценку, объединяя девять критериев в единую шкалу [7-8].

Шаг 2: Ограничение и шкалирование. Для обеспечения стабильности модели значения нормализуются к диапазону $[0, 1]$ по формуле (4):

$$E_i = \min(1, \max(0, k * N_i + 0.5)) \quad (4)$$

Таким образом: улучшение $\rightarrow E_i > 0,5$; без изменений $\rightarrow E_i = 0,5$; ухудшение $\rightarrow E_i < 0,5$.

Шаг 3: Взвешенная агрегация

Итоговый интегральный показатель рассчитывается по формуле (5):

$$\text{ИЭП} = \sum_{i=1}^9 w_i * E_i \quad (5)$$

- время отклика: с 1000мс до 600мс (снижение на 40%);

- трудозатраты: с 100 чел-часов до 80 (снижение на 20%).

Итоговые значения представлены в таблице 1.

Для возможности агрегации разнородных показателей (время, проценты, трудозатраты и т.д.) все значения приводятся к безразмерной шкале от 0 до 1.

Каждый критерий C_i нормализуется по формуле (6):

$$N_i = \frac{x_i^{new} - x_i^{old}}{x_i^{max} - x_i^{min}} \quad (6)$$

где x_i^{new} - значение критерия после перехода;

x_i^{old} - значение до перехода;

x_i^{max}, x_i^{min} - возможный диапазон значений критерия (устанавливается экспертизой или эмпирически).

Для критериев, где уменьшение значения означает улучшение (например, время отклика, трудозатраты), используется инверсия (7):

$$N_i = \frac{x_i^{old} - x_i^{new}}{x_i^{old}} \quad (7)$$

2. Взвешивание критериив

Каждому критерию присваивается вес W_i , отражающий его значимость в контексте исследуемой организации.

Веса могут быть:

- равномерными (если приоритетов нет);

- экспертно заданными (по опросу, АНР, Delphi);

- выведенными из исторических данных (если они доступны).

Условие (8):

$$\sum_{i=1}^9 W_i = 1 \quad (8)$$

3. Расчёт ИЭП

Интегральный показатель рассчитывается как взвешенная сумма нормализованных приращений по всем критериям (9):

$$\text{ИЭП} = \sum_{i=1}^9 W_i * N_i \quad (9)$$

где N_i — нормализованное изменение i -го критерия;

W_i — вес i -го критерия.

4. Интерпретация результата: ИЭП $\in [-1; 1]$

$> 0,5$ — значительное улучшение; $0 - 0,5$ — умеренное улучшение; ≈ 0 — нейтральный эффект; < 0 — ухудшение.

Интерпретация результатов и граничные значения ИЭП. После расчета интегрального показателя эффективности (ИЭП) возникает необходимость его интерпретации — то есть понимания, насколько удачным оказался переход от монолитной архитектуры

к сервис-ориентированной (SOA), с учетом всех выбранных критериев. Для этого устанавливаются граничные значения, позволяющие квалифицировать результат как положительный, нейтральный или отрицательный [9-10].

Поскольку нормализация критериив и взвешивание приводят значения ИЭП к диапазону: ИЭП $\in [-1, 1]$

Интерпретация строится на понимании, как сильно и в какую сторону изменилась совокупная эффективность архитектуры.

Условные градации ИЭП показаны в таблице 2.

Таблица 2. Условные градации ИЭП

Значение ИЭП	Интерпретация
$> 0,70$	Существенное улучшение. Архитектурный переход однозначно оправдан
$0,40-0,70$	Умеренное улучшение. Переход дал положительные, но не максимальные эффекты
$0,10-0,40$	Незначительное улучшение. Возможные упущеные возможности оптимизации
$-0,10-0,10$	Нейтральный эффект. Переход почти не повлиял на эффективность
$-0,40-0,10$	Незначительное ухудшение. Есть риски, требует анализа и доработки
$-0,70-0,40$	Умеренное ухудшение. Архитектура могла быть выбрана неудачно
$< -0,70$	Существенное ухудшение. Переход был стратегической ошибкой

Выход. Исследование позволило разработать метод оценки эффективности перехода от монолитной архитектуры к SOA для некоммерческих организаций. Основные результаты включают создание комплексного подхода, учитывающего 9 ключевых критериев, таких как ресурсоэффективность, масштабируемость и автоматизация, без привязки к финансовым показателям. Метод адаптирован для различных сфер деятельности НКО,

включая образование и здравоохранение, и позволяет заранее выявлять риски архитектурных изменений. Важным результатом стала разработка алгоритма расчета интегрального показателя эффективности, который помогает наглядно оценить результаты перехода. Предложенный метод дает НКО инструмент для оптимизации ИТ-инфраструктуры в условиях ограниченных ресурсов, способствуя их долгосрочному развитию.

Библиографический список

1. Гудков М.С. Анализ архитектур информационных систем: монолитная и микросервисная // Вестник науки. – 2021. – № 1 (34), Том 2. – С. 48-51.
2. Маличенко С.В. Проблемы перехода от монолитной к микросервисной архитектуре // Евразийский научный журнал. – 2022. – № 5. – С. 12-17.
3. Худякова Е.В. Моделирование бизнес-процессов на предприятиях АПК. Учебник для вузов. 2-е издание/Е.В. Худякова, А.М. Бондаренко, Л.С. Качанова, М.И. Горбачев, М.Н. Кушнарева. Под ред. Е.В. Худяковой. – Санкт-Петербург; Москва; Краснодар: Лань, 2022. – 172 с.
4. Клоков В.Н., Вечерская С.Е. Задачи и эволюция микросервисной архитектуры // Вестник Российского нового университета. Серия: Сложные системы: модели, анализ и управление. – 2023. – № 1. – С. 37-45.
5. Юсупова Н.И., Воробьева г.Р., Зулкарнеев Р.Х. Подход к интеграции разнородных источников медицинских данных на основе микросервисной архитектуры // Информатика и автоматизация. – 2022. – Т. 21, № 5. – С. 881-915.
6. Долженко А.И., Ермолов И.А. Мониторинг программного обеспечения, основанного на микросервисной архитектуре // Информатизация в цифровой экономике. – 2021. – № 2. – С. 45-52.
7. Корниенко Д.В., Мишина С.В., Щербатых С.В., Мельников М.О. Визуализация архитектур информационных систем, основанных на микросервисах, с использованием данных OpenTelemetry // Computational nanotechnology. – 2023. – № 1. – С. 25-33.
8. Бахтигозин Р.Р. Оптимизация бизнес-процессов предприятия посредством внедрения системы ERP / Р.Р. Бахтигозин, Л.С. Качанова // Годичные научные чтения. Материалы международной научно-практической конференции, 28 ноября 2024 года. – Тверь, 2024. – С. 290-294.
9. Хаев А.А. Применение нейронных сетей для оптимизации бизнес-процессов в органах исполнительной власти / А.А. Хаев, Л.С. Качанова // Годичные научные чтения. Материалы международной научно-практической конференции, 28 ноября 2024 года. – Тверь, 2024. – С. 317-322.
10. Шишкин А.А. Совершенствование бизнес-процессов компаний при внедрении ВРМ-системы / А.А. Шишкин, Л.С. Качанова // Годичные научные чтения. Материалы международной научно-практической конференции, 28 ноября 2024 года. – Тверь, 2024. – С. 323-330.

**DEVELOPMENT OF A METHOD FOR EVALUATING THE EFFECTIVENESS
OF THE TRANSITION FROM MONOLITHIC TO SERVICE-ORIENTED ARCHITECTURE
FOR NON-PROFIT ORGANIZATIONS**

A.O. Chernikov, Graduate Student
M.G. Zavodchikova, Senior Lecturer
Russian State Social University
(Russia, Moscow)

Abstract. The discusses the development and application of a new method for evaluating the effectiveness of architectural solutions in information systems for non-commercial organizations. The relevance of the research is due to the need for accurate and reliable tools for analyzing and comparing various architectures, such as microservice and monolithic. The aim of the work is to create a methodology that allows an objective assessment of the effectiveness of architectural solutions, taking into account the specifics of business processes. Methods of system analysis, modeling and comparative analysis were used in the research process. The results showed that the proposed method provides a more accurate and comprehensive assessment of architectural solutions for non-commercial organizations compared to existing approaches. The conclusions of the study can be useful for specialists in the field of business informatics and architects of information systems when choosing optimal architectural solutions.

Keywords: micro-service architecture, monolithic architecture, service-oriented architecture, efficiency assessment, evaluation methods, analysis of architectural solutions.