

М.С. Сахипова

Национальный исследовательский университет
«Высшая школа экономики»
(Пермский филиал)

MSSakhipova@hse.ru

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА АНАЛИЗА ИЕРАРХИЙ ДЛЯ ВЫБОРА МЕТОДИК АРХИТЕКТУРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ИТ-ИНФРАСТРУКТУРЫ ПРЕДПРИЯТИЯ

Введение

Интеграция бизнеса и информационных систем увеличивается с каждым годом. Для эффективного использования ресурсов организации стремятся связать бизнес-цели и системную архитектуру предприятия между собой [1]. Решающее значение, при выборе конкретных аппаратных и программных компонентов ИТ-инфраструктуры, имеет их максимальное соответствие специфике поставленных задач. Поэтому при разработке архитектуры предприятия следует уделить внимание выбору методики ее проектирования, которая должна соответствовать предметной области и удовлетворять основным потребностям организации [2]. Так как данное направление относительно новое и малоизученное, тема является интересной и актуальной. Доступных источников информации по этой тематике и научных работ существует достаточно мало, часто работы представлены на иностранном языке.

Системная архитектура состоит из 3 взаимосвязанных архитектур (архитектуры данных, архитектуры приложений и технологической архитектуры), поэтому при ее разработке могут применяться несколько методик. В данном исследовании будут рассмотрены архитектура приложений и технологическая архитектура в рамках архитектуры предприятия. Целью данного исследования является определение наиболее подходящих методик для проектирования системной архитектуры. В качестве объекта исследования определена системная архитектура предприятия, а предмет исследования – сравнительный анализ существующих методик проектирования системной архитектуры.

Выделение критериев для анализа методик

Для проведения исследования возьмем несколько наиболее популярных методик, таких как модель Захмана, TOGAF, методология Gartner и FEAF. Ведущие методологии проектирования архитектуры предприятия достаточно сильно отличаются друг от друга, поэтому необходимо сформировать критерии для оценки. После анализа существующих исследований, стандартов и ГОСТ по проектированию архитектуры предприятия были выделены следующие критерии выбора методик разработки системной архитектуры [4]:

1. Полнота построения модели – определяет, насколько подробно описана модель, пригодна ли методология для описания разных артефактов архитектуры.

2. Простота создания модели – определяет легкость, удобство и понятность пошагового описания создания модели архитектуры.

3. Ориентированность на эталонные модели – определяет, насколько методология полезна для создания набора эталонных моделей.

4. Эффективность использования и адаптация – определяет, насколько подробно методология воплощает в жизнь представление об архитектуре предприятия.

5. Ориентированность на снижение затрат – определяет ориентированность методологии на бизнес-цели.

6. Структурная и функциональная декомпозиция предприятия – определяет, насколько методология будет полезной при эффективном разделении предприятия на отделы.

7. Независимость от рынка поставщиков услуг – определяет вероятность того, что при внедрении конкретной методологии организация окажется привязанной к конкретной консалтинговой компании. Высокая оценка означает низкую степень привязки к поставщикам услуг.

8. Доступность информации о методологии – определяют ли в свободном доступе бесплатные материалы для построения архитектуры предприятия выбранной методологией.

9. Окупаемость – определяет длительность периода, в течение которого методология будет использоваться на предприятии, прежде чем будет подобрано решение, повышающее ценность бизнеса и ориентированное на бизнес-цели.

10. Стоимость проектирования – определяет стоимость процесса проектирования архитектуры предприятия.

Применение метода анализа иерархии

Для выбора наиболее эффективной методики проектирования архитектуры предприятия воспользуемся методом анализа иерархии. Он подразумевает под собой выполнение следующих этапов: построение качественной модели проблемы в виде иерархии, включающей цель, альтернативные варианты достижения цели и критерии для оценки качества альтернатив, определение приоритетов всех элементов иерархии с использованием метода парных сравнений, синтез глобальных приоритетов альтернатив путём линейной свертки приоритетов элементов на иерархии, проверка суждений на согласованность, принятие решения на основе полученных результатов

Первый шаг МАИ — построение иерархической структуры, объединяющей цель выбора, критерии, альтернативы и другие факторы, влияющие на выбор решения. Построение такой структуры помогает проанализировать все аспекты проблемы и глубже проникнуть в суть задачи. Иерархия выбора методики проектирования системной архитектуры для данного исследования выглядит следующим образом (см.рис.1).



Рис.1. Иерархия выбора методики проектирования системной архитектуры предприятия

Для того чтобы провести сравнительный анализ, необходимо разработать систему оценки методик. Для обоснования оценки критериев воспользуемся методом анализа иерархий. Для оценки соответствия возможностей методологии критерию будем использовать шкалу Са-

ати. С помощью матриц парных сравнений сопоставим между собой разные критерии и альтернативы. Чтобы сравнить степень проявления признака в методологии используем следующие оценки: 1 – равноценность, 3 – умеренное превосходство, 5 – сильное превосходство, 7 – очень сильное превосходство, 9 – высшее превосходство. Также используются четные числа для определения промежуточных степеней.

В случае, если рассматриваемый критерий является не более, а менее важным, чем тот, с которым его сравнивают, такое соотношение описывается также посредством девяти степеней сравнения, но представленных обратными величинами значений: 1, 1/2, 1/3, ..., 1/9. Главное достоинство процедуры заключается в том, что веса критериев и оценки по субъективным критериям не назначаются прямым волевым методом, а рассчитываются с помощью формул, поэтому такой анализ позволит получить более точные результаты [5].

Для проверки заполненных данных в матрицах парных сравнений будем использовать оценку согласованности матриц. Для обработки значений полученной матрицы сравнения вводится индекс согласованности, который показывает наличие логической связи между оцененными показателями. Для нахождения индекса согласованности положительной обратно симметричной матрицы (матрица парных сравнений обладает этими свойствами), необходимо найти максимальное собственное значение матрицы и ее размерность [1].

Индекс согласованности (ИС) рассчитывается по формуле (1):

$$ИС = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}, \quad (1)$$

где λ_{max} – максимальное собственное значение, n – размерность матрицы. Если матрица согласована, то предположение о том, что если критерий №1 важнее критерия №2 в $a12$ раз, а критерий №2 важнее критерия №3 в $a23$ раз, то критерий №1 должен быть важнее критерия №3 ровно в $a12 \cdot a23$ раз, всегда верно. Для такой матрицы ИС равняется нулю. Однако, как правило, при анализе данных, полученных экспертным путем, матрица не является полностью согласованной. Для расчета индекса согласованности матрицы рассчитывается ИС матрицы и сравнивается со средним индексом согласованности случайных матриц того же порядка. Соотношение этих индексов называется отношением согласованности (ОС).

Нормальный процент ошибки от 1 до 10%, от 11 до 20% – приемлемый. Если же процент ошибки больше 20%, то лучше перепроверить результаты [5]. Сначала проведем сравнение критериев между собой, для того чтобы определить ценность каждого критерия. Затем относи-

тельно каждого критерия будем сравнивать альтернативы, для оценки соответствия каждой методологии каждому критерию.

Таблица 1. Приоритет критериев для выбора методик

Выбор методики проектирования	Полнота построения модели	Простота создания модели	Ориентированность на эталонные модели	Эффективность использования и адаптация	Ориентировка на снижение затрат	Структурная и функциональная декомпозиция	Независимость от рынка поставщиков услуг	Доступность информации о методологии	Окупаемость	Стоимость проектирования	Среднее геометрическое	Приоритеты
Полнота модели	1	2	3	4	1/2	3	6	9	1/3	1/4	1,66	0,12
Простота создания модели	1/2	1	4	2	1/3	5	4	7	1/4	1/5	1,25	0,09
Эталонные модели	1/3	1/4	1	1/3	1/5	1/2	1/2	1/4	1/7	1/7	0,31	0,02
Эффективность использования и адаптация	1/4	1/2	3	1	1/2	3	2	3	1/2	1/3	0,94	0,07
Ориентировка на снижение затрат в организации	2	3	5	2	1	6	5	3	2	1/2	2,36	0,17
Структурная и функциональная декомпозиция	1/3	1/5	2	1/3	1/6	1	4	1/3	1/5	1/5	0,46	0,03
Независимость от рынка поставщиков услуг	1/6	1/4	2	1/2	1/5	1/4	1	2	1/5	1/5	0,42	0,03
Доступность информации о методологии	1/9	1/7	4	1/3	1/3	3	1/2	1	1/6	1/7	0,44	0,03
Окупаемость	3	4	7	2	1/2	5	5	6	1	2	2,76	0,20
Стоимость проектирования	4	5	7	3	2	5	5	7	1/2	1	3,07	0,22

Для каждой матрицы считаем оценку согласованности матриц, чтобы минимизировать процент ошибки.

Проценты согласованности колеблются от 0,08% до 7,04% .

ИС случайной матрицы по таблице Саати равен 0,9. Размерность матриц, для которых проводится оценка – 4 на 4.

Таблица 2. Расчет оценки согласованности матрицы парных сравнений для критерия «Стоимость проектирования»

	Полнота модели	Простота создания модели	Эталонные модели	Эффективность использования и адаптация	Ориентировка на снижение затрат в организации	Структурная и функциональная декомпозиция	Независимость от рынка поставщиков услуг	Доступность информации о методологии	Окупаемость	Стоимость проектирования
L=	4,1	4,15	4,19	4,06	4,17	4,05	4,02	4,06	4	4,14
ИС=	0,03	0,05	0,06	0,02	0,06	0,02	0,01	0,02	0	0,05
ОС=	3,62	5,59	7,04	2,06	6,20	1,92	0,57	2,38	0,08	5,26

Далее проводя сравнение 4 выбранных методик по каждому критерию, получим 10 матриц парных сравнений (см.табл.3-12).

Таблица 3. Матрица парных сравнений альтернатив для критерия «Полнота построения модели»

Полнота построения модели						
	Модель Захмана	TOGAF	FEA	Gartner	среднее геометрическое	приоритеты
Модель Захмана	1	3	7	9	3,71	0,59
TOGAF	1/3	1	4	7	1,75	0,28
FEA	1/7	1/4	1	2	0,52	0,08
Gartner	1/9	1/7	1/2	1	0,30	0,05

Таблица 4. Матрица парных сравнений альтернатив для критерия «Простота создания модели»

Простота создания модели						
	Модель Захмана	TOGAF	FEA	Gartner	среднее геометрическое	приоритеты
Модель Захмана	1	1/5	3	2	1,05	0,17
TOGAF	5	1	8	6	3,94	0,65
FEA	1/3	1/8	1	1/4	0,32	0,05
Gartner	1/2	1/6	4	1	0,76	0,13

Таблица 5. Матрица парных сравнений альтернатив для критерия «Ориентированность на эталонные модели»

Ориентированность на эталонные модели						
	Модель Захмана	TOGAF	FEA	Gartner	среднее геометрическое	приоритеты
Модель Захмана	1	1/3	1/8	2	0,54	0,09

Ориентированность на эталонные модели						
	Модель Захмана	TOGAF	FEA	Gartner	среднее геометрическое	приоритеты
TOGAF	3	1	1/4	5	1,39	0,23
FEA	8	4	1	6	3,72	0,62
Gartner	1/2	1/5	1/6	1	0,36	0,06

Таблица 6. Матрица парных сравнений альтернатив для критерия "Эффективность использования и адаптация"

Эффективность использования и адаптация						
	Модель Захмана	TOGAF	FEA	Gartner	среднее геометрическое	приоритеты
Модель Захмана	1	1/2	1/8	1/2	0,42	0,07
TOGAF	2	1	1/5	2	0,95	0,16
FEA	8	5	1	5	3,76	0,65
Gartner	2	1/2	1/5	1	0,67	0,12

Таблица 7. Матрица парных сравнений альтернатив для критерия «Ориентировка на снижение затрат»

Ориентировка на снижение затрат						
	Модель Захмана	TOGAF	FEA	Gartner	среднее геометрическое	приоритеты
Модель Захмана	1	1/7	1	1/8	0,37	0,06
TOGAF	7	1	7	1/3	2,01	0,31
FEA	1	1/7	1	1/8	0,37	0,06
Gartner	8	3	8	1	3,72	0,58

Таблица 8. Матрица парных сравнений альтернатив для критерия «Структурная и функциональная декомпозиция»

Структурная и функциональная декомпозиция						
	Модель Захмана	TOGAF	FEA	Gartner	среднее геометрическое	приоритеты
Модель Захмана	1	1/5	1/8	1/5	0,27	0,05
TOGAF	5	1	1/3	1	1,14	0,21
FEA	8	3	1	3	2,91	0,53
Gartner	5	1	1/3	1	1,14	0,21

Таблица 9. Матрица парных сравнений альтернатив для критерия «Независимость от поставщика услуг»

Независимость от поставщика услуг						
	Модель Захмана	TOGAF	FEA	Gartner	среднее геометрическое	приоритеты
Модель Захмана	1	1/4	1	2	0,84	0,15
TOGAF	4	1	4	8	3,36	0,61
FEA	1	1/4	1	3	0,93	0,17

Независимость от поставщика услуг						
	Модель Захмана	TOGAF	FEA	Gartner	среднее геометрическое	приоритеты
Gartner	1/2	1/8	1/3	1	0,38	0,07

Таблица 10. Матрица парных сравнений альтернатив для критерия «Доступность информации о методологии»

Доступность информации о методологии						
	Модель Захмана	TOGAF	FEA	Gartner	среднее геометрическое	приоритеты
Модель Захмана	1	1/6	1	3	0,84	0,14
TOGAF	6	1	6	8	4,12	0,68
FEA	1	1/6	1	2	0,76	0,12
Gartner	1/3	1/8	1/2	1	0,38	0,06

Таблица 11. Матрица парных сравнений альтернатив для критерия «Окупаемость»

Окупаемость						
	Модель Захмана	TOGAF	FEA	Gartner	среднее геометрическое	приоритеты
Модель Захмана	1	1/8	1	1/8	0,35	0,06
TOGAF	8	1	8	1	2,83	0,45
FEA	1	1/8	1	1/7	0,37	0,06
Gartner	8	1	7	1	2,74	0,44

Таблица 12. Матрица парных сравнений альтернатив для критерия «Стоимость проектирования»

Стоимость проектирования						
	Модель Захмана	TOGAF	FEA	Gartner	среднее геометрическое	приоритеты
Модель Захмана	1	1/2	3	4	1,57	0,32
TOGAF	2	1	4	3	2,21	0,45
FEA	1/3	1/4	1	1/2	0,45	0,09
Gartner	1/4	1/3	2	1	0,64	0,13

В итоге, была определена степень важности проявления каждого критерия, которая будет использоваться далее, в матрице парных сравнений для определения самой эффективной методики проектирования системной архитектуры. Также каждая матрица сравнения помогла выявить приоритет каждой методики.

В итоговой таблице представлен сравнительный анализ основных наиболее популярных методик проектирования архитектуры данных (см.табл.13) на основе выделенных ранее критериев. Данные в таблице берутся из матриц парных сравнений для каждого критерия. Приоритет

за каждый критерий выставляется из соответствующей матрицы парных сравнений. Итоговая оценка выставляется путем сложения произведений оценки по критерию и значимости критерия.

Таблица 13. Сравнительный анализ методик проектирования архитектуры приложений и технологической архитектуры

	Полнота модели	Простота создания модели	Ориентированность на эталонные модели	Эффективность использования	Ориентированность на снижение затрат	Декомпозиция	Независимость от поставщиков услуг	Доступность информации	Окупаемость	Стоимость проектирования	ИТОГ
Значимость критерия	0,12	0,09	0,02	0,07	0,17	0,03	0,03	0,03	0,20	0,22	
Модель Захмана	0,59	0,17	0,09	0,07	0,06	0,05	0,15	0,14	0,06	0,32	0,199
TOGAF	0,28	0,65	0,23	0,16	0,31	0,21	0,61	0,68	0,45	0,45	0,404
FEAF	0,08	0,05	0,62	0,65	0,06	0,53	0,17	0,12	0,06	0,09	0,143
Gartner	0,05	0,13	0,06	0,12	0,58	0,21	0,07	0,06	0,44	0,13	0,255

После проведения анализа существующих методик методом анализа иерархии было выявлено, что самой удобной и универсальной является методика TOGAF. Данную методику можно использовать для проектирования архитектуры приложений и ИТ-инфраструктуры.

Заключение

Таким образом, метод анализа иерархий помогает решить задачу выбора альтернатив с помощью многокритериальной системы рейтингования. Метод Саати позволяет провести оценку важности учета каждого решения, каждого фактора, влияющего на приоритет решений. В дальнейшем планируется выполнить проектирование архитектуры приложений и ИТ-инфраструктуры в рамках архитектуры предприятия на языке ArchiMate и разработать рекомендации по моделированию архитектуры с помощью программного средства Archi.

Библиографический список

1. *Калянов Г.Н.*, Архитектура предприятия и инструменты ее моделирования, Автоматизация промышленности, 2004. [Электронный ресурс] [Режим доступа: <http://avtпром.ru/arkhitektura-predpriyatiya-i-instrumenty>].
2. *Галактионов В.И.*, Системная архитектура и ее место в архитектуре предприятия // Директор информационной службы №5, 2002. [Электронный ресурс] [Режим доступа: <http://www.osp.ru/cio/2002/05/172142/>].
3. *Cameron B.H., McMillian E.* Analyzing the current trends in enterprise architecture frameworks. Journal of Enterprise Architecture, February, 2013. [Электронный ресурс] [Режим доступа: http://ea.ist.psu.edu/documents/journal_feb2013_cameron_2.pdf].
4. *Сеинс Р.*, Сравнение четырех ведущих методологий построения архитектуры предприятия. [Электронный ресурс] [Режим доступа: <https://msdn.microsoft.com/ru-ru/library/ee914379.aspx>].
5. *Саати Т.Л.*, Об измерении неосязаемого. Подход к относительным измерениям на основе главного собственного вектора матрицы парных сравнений // Cloud Of Science Т.2. № 1, 2015. [Электронный ресурс] [Режим доступа: http://cloudofscience.ru/sites/default/files/pdf/CoS_2_5.pdf].