

УДК 004.052

А.А. Фурманов

*Национальный аэрокосмический университет имени Н.Е. Жуковского, «ХАИ», Харьков*

## ИНФОРМАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ РАЗРАБОТКИ И ВЫБОРА ГАРАНТОСПОСОБНЫХ СЕРВИС-ОРИЕНТИРОВАННЫХ АРХИТЕКТУР

*Предложена методика выбора гарантоспособных сервис-ориентированных архитектур при помощи метода ранжированных рядов. Разработана информационная технология разработки и выбора сервис-ориентированных архитектур при использовании принципа диверсности для построения конфигураций и с учётом сетевых атак. Рассмотрена структура информационной технологии, представлены и детализированы её этапы.*

**Ключевые слова:** сервис-ориентированная архитектура, гарантоспособность сервис-ориентированных архитектур, многоверсионная СОА.

### Введение

Влияние информационной составляющей жизни общества на современное государство трудно переоценить. Атаки хакеров на государственные информационные ресурсы показывают трансформацию коммерческого характера преступлений в сети на террористический и входят в зону ответственности информационных войск страны. Широко применяемая для построения веб-сервисов и веб-систем сервис-ориентированная архитектура (СОА) [1] становится узким местом в информационной инфраструктуре государства. Рост сложности СОА требует применения подходов, обеспечивающих их гарантоспособность. Применение многоверсионных технологий для построения таких систем является предпочтительным подходом, зарекомендовавшим себя в различных критических областях [2 – 4].

Разработка многоверсионной сервис-ориентированной архитектуры (МСОА) – дорогостоящая задача. Поэтому важно определить критерии её применимости и правильно подобрать архитектуру будущей СОА на этапе проектирования системы [5].

**Цель статьи** – представление методики и информационной технологии разработки и выбора гарантоспособных сервис-ориентированных архитектур при использовании принципа диверсности.

### 1. Методика выбора сервис-ориентированных архитектур

Выбор архитектуры СОА является ключевым при определении характеристик будущей системы и является важной задачей процесса проектирования веб-сервисов.

На основании проведенного в предыдущих разделах анализа путей повышения гарантоспособности СОА, а также при помощи разработанных методов, была разработана методика выбора конфигурации МСОА, удовлетворяющая предъявляемым к разрабатываемой системе требованиям. Для осуществления

выбора сервис-ориентированной архитектуры необходимы следующие ресурсы и данные: **1)** перечень компонентов СОА; **2)** база данных уязвимостей по компонентам; **3)** классификация сетевых атак (ИМЕА-таблица); **4)** предъявляемые к проектируемой системе требования: к составу СОА; к надёжности; к производительности; к классам отражаемых сетевых атак; **5)** модели, методы и инструментальные средства оценки диверсности СОА; **6)** модели, методы и инструментальные средства многоверсионного резервирования СОА и оценки выбранных конфигураций СОА; **7)** модели, методы и инструментальные средства оценки устойчивости СОА к атакам.

Суть методики заключается в последовательном выполнении схожих этапов формирования и оценки конфигураций СОА. Если оценка варианта с простой конфигурацией окажется неудовлетворительным, необходимо перейти к рассмотрению более сложной конфигурации. Исходя из структурных схем различных конфигураций, определена последовательность усложнения конфигураций в порядке возрастания:

- одноверсионная СОА;
- многоверсионная СОА с общим постоянным резервированием;
- многоверсионная СОА с общим мажоритарным резервированием;
- многоверсионная СОА с отдельным узловым мажоритарным резервированием;
- многоверсионная СОА с отдельным сетевым мажоритарным резервированием.

Выполнение каждого последующего этапа позволяет улучшать характеристики надёжности системы, однако, негативно влияет на характеристики её стоимости и производительности.

Процесс выбора конфигураций осуществляется при помощи метода ранжированных рядов [6].

Ранжированный ряд - это распределение отдельных единиц совокупности в порядке возрастания или убывания исследуемого признака. Ранжирование позволяет легко разделить количественные

данные по группам, сразу обнаружить наименьшее и наибольшее значения признака, выделить значения, которые чаще всего повторяются. Суть метода заключается в применении парных сравнений по определённому критерию и выстраивании ряда объектов по возрастанию (убыванию) данного критерия  $q_1 < q_2 < q_3 < \dots < q_n$ . После формирования ряда необходимо отобрать объекты, обладающие максимальным (минимальным) значением критерия среди объектов, удовлетворяющих исходным требованиям

$q_i \geq q_{\text{ТРЕБОВ}}$ . При наличии нескольких критериев необходимо расположить оси этих критериев в порядке убывания их приоритетов и осуществлять в первую очередь выбор объектов, удовлетворяющим требованиям, по оси с более высоким приоритетом, а затем переходить к осям с более низким.

Для выбора наиболее подходящей COA в качестве критериев следует выбрать вероятность безотказной работы и коэффициент устойчивости к атакам (рис. 1).

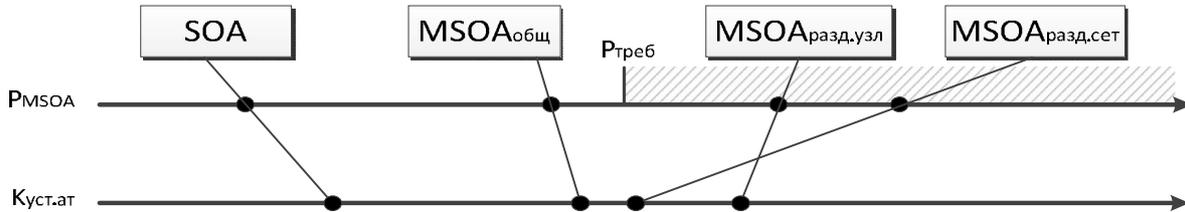


Рис. 1. Выбор сервис-ориентированных архитектур при помощи метода ранжированных рядов

На первом этапе выберем архитектуры, удовлетворяющие исходным требованиям к вероятности безотказной работы. В случае удовлетворения требований по вероятности безотказной работы сервиса необходимо перейти ко второму этапу и выбрать архитектуры с максимальным коэффициентом устойчивости к атакам. После выбора оптимальной конфигурации COA результаты выполнения данного этапа считаются окончательными, а процедура дальнейшего подбора конфигурации прекращается. Подобным образом при помощи данного метода могут быть выбраны конфигурации с другими заданными исходными требованиями.

## 2. Информационная технология разработки и выбора сервис-ориентированных архитектур

Совокупность методов, моделей и инструментальных средств, обеспечивающих выбор сервис-ориентированных архитектур, образует информационную технологию, позволяющую эффективно

формировать веб-сервисы, и, таким образом, повышать характеристики надёжности систем, построенных с применением COA.

Структурная модель информационной технологии может быть представлена при помощи IDEF0-диаграммы (рис. 2), входы которой определяются набором входных данных методики выбора COA, а выходами (результатами) служат тип архитектуры и конкретная конфигурация (набор компонент) для выбранной архитектуры COA.

Основной задачей, для решения которой служит данная информационная технология, является определение конфигурации COA (вида избыточности и набора используемых компонентов), а также оценка характеристик надёжности полученной конфигурации, с целью обеспечения достаточного уровня надёжности системы, построенной на базе конкретной конфигурации COA.

Условно структуру информационной технологии выбора COA можно представить в виде последовательности следующих этапов (рис. 3).

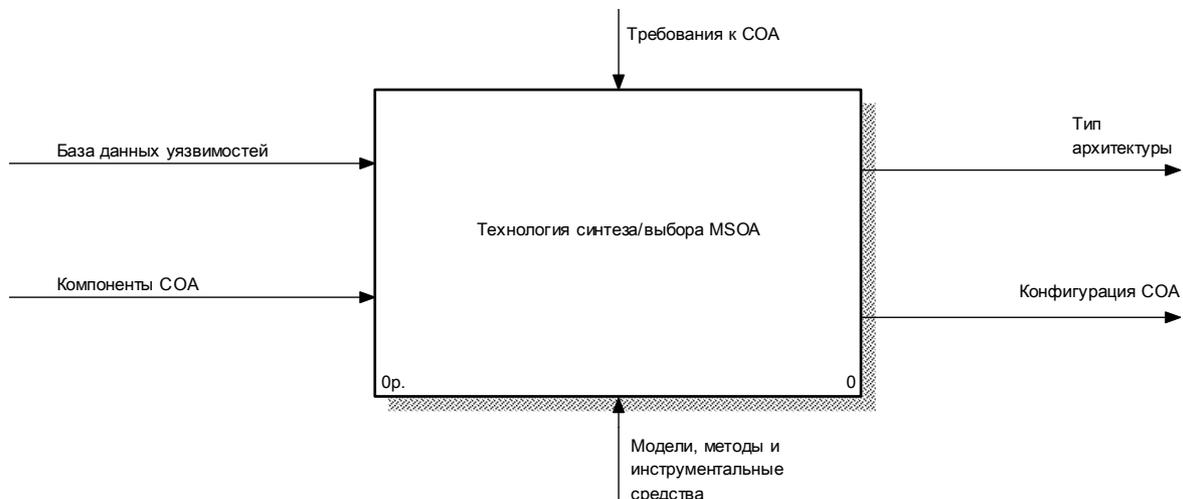


Рис. 2. Общая IDEF0-диаграмма информационной технологии выбора COA

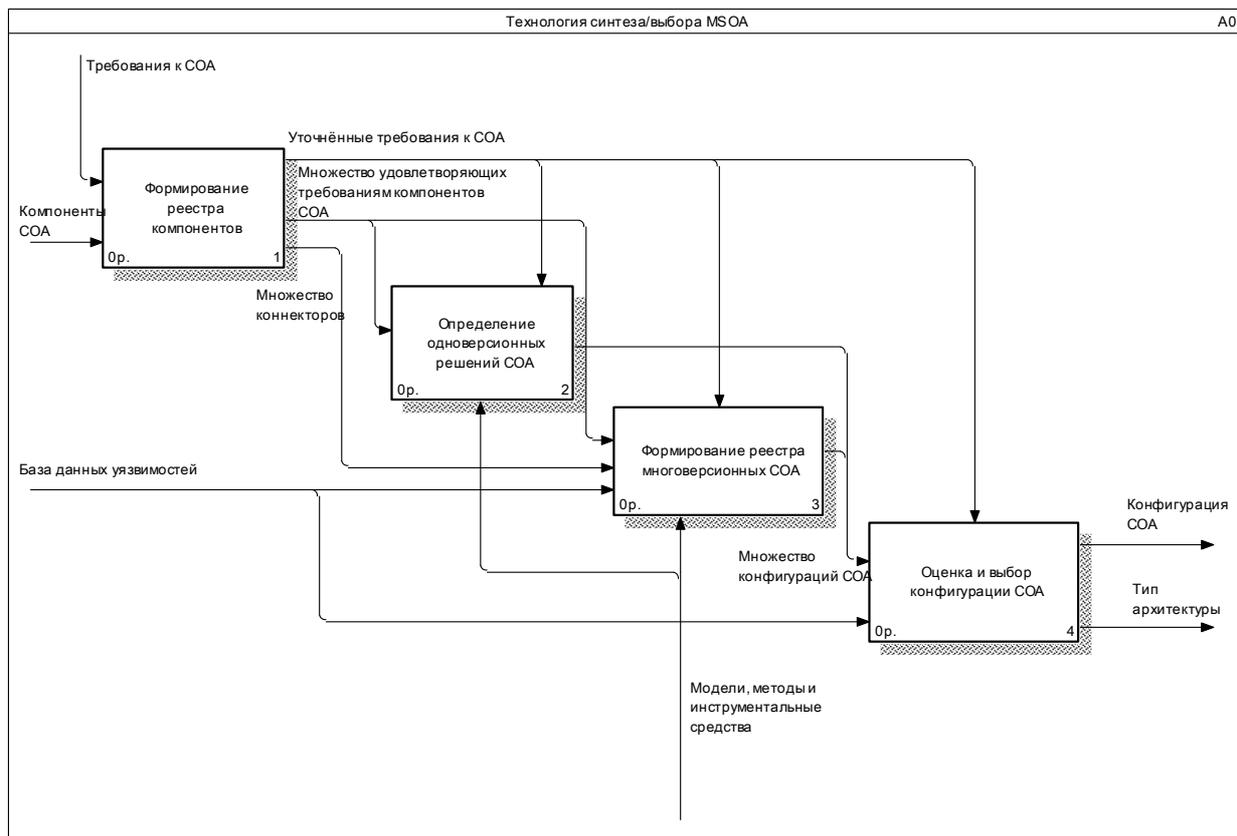


Рис. 3. Уточнённая IDEF0-диаграмма информационной технологии выбора COA

### 2.1. Этап 1. Формирование реестра компонентов

На этом этапе анализируются требования, предъявляемые к будущей системе. Рассматриваются возможные ограничения (технические, надёжные, стоимостные и др.). С помощью инструментальных средств формируется реестр компонентов, из которых может быть построена COA. Данный реестр представляет собой перечень компонентов с признаками совместимости между ними. Также определяется множество существующих коннекторов, которые могут быть задействованы при формировании COA из несовместимых компонентов.

### 2.2. Этап 2. Определение одноверсионных решений COA

Используя реестр компонентов, сформированный на предыдущем этапе, и с учетом ограничений совместимости компонентов, определяются возможные одноверсионные конфигурации COA. При формировании реестра одноверсионных конфигураций COA целесообразно использовать разработанное инструментальное средство, ядром которого является база данных уязвимостей, что позволяет оценивать диверсность примененных компонентов. Также при формировании реестра одноверсионных конфигураций COA целесообразно использовать инструментальные средства оценки надежности компонентов с помощью существующих и доступных баз данных дефектов.

### 2.3. Этап 3. Формирование реестра многоверсионных COA

На данном этапе следует использовать комплексное инструментальное средство, которое использует предварительно сформированный реестр компонентов, и формирует многоверсионные COA по предложенным конфигурациям [7]. При этом учитываются ограничения совместимости компонентов или целесообразность использования коннекторов между ними. Значения метрик диверсности, полученные на предыдущем этапе, используются для определения показателей надежности конфигураций. Расчёт характеристик надёжности может быть проведен при помощи модели Джелинского-Моранды либо других вероятностных моделей оценки надёжности ПО. Результатом этого этапа является реестр сформированных многоверсионных COA с вычисленными при помощи разработанных аналитических моделей показателями их надежности. Структура этого этапа раскрыта на рис. 4.

### 2.4. Этап 4. Выбор конфигурации COA

Из полученного на предыдущем этапе реестра COA определяются конфигурации, обладающие высокими показателями надежности. Далее при помощи предложенной имитационной модели [8], проводятся испытания отобранных конфигураций на предмет их устойчивости к сетевым атакам. Испытания не проводятся, если характеристики атак (например, вероятность атаки PA) известны заранее.

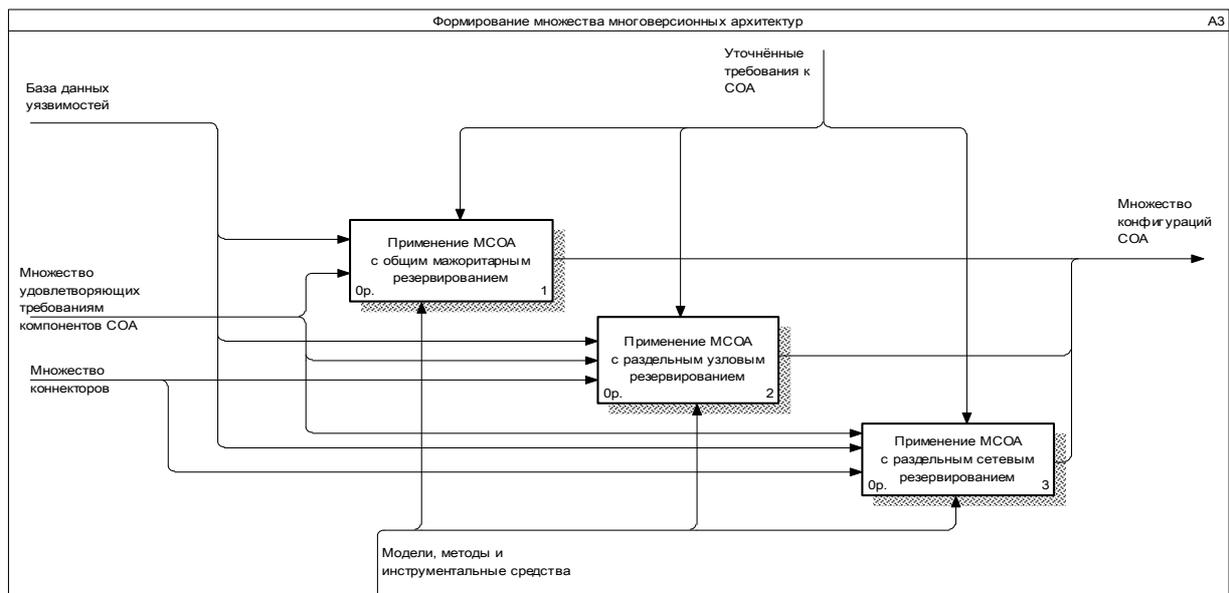


Рис. 4. IDEF0-диаграмма этапа формирования МСОА

Полученные результаты дополняют реестр COA. Для окончательного выбора наиболее надежных, устойчивых к атакам, и при этом простых в реализации COA необходимо применять инструментальное средство, которое базируется на использовании метода ранжированных рядов, производит комплексную оценку МСОА и позволяет отбирать сформированные конфигурации по необходимым критериям.

Если применение полученных конфигураций не позволяет достичь выполнения поставленных требований, то необходимо вернуться к первому шагу технологии и выбрать более надёжные компоненты COA.

Результатом использования методик, алгоритмов и программных средств информационной технологии является конфигурация либо набор конфигураций COA, обладающие высокими характеристиками надёжности, удовлетворяющие поставленным требованиям.

### 3. Структура информационной технологии

Исходя из вышеизложенных исследований и разработок, можно сформулировать общую структуру и состав информационной технологии (рис. 5).

В его основе положены инструментальные средства поддержки, методика выбора сервис-ориентированных архитектур, состоящая, в свою очередь, из следующих методов и моделей:

- 1) метод оценки диверсности;
- 2) метод резервирования МСОА;
- 3) модель оценки устойчивости МСОА к атакам;
- 4) метод ранжированных рядов.

Метод оценки базируется на множестве метрик диверсности, при этом используются данные из баз

данных уязвимости и трекеров дефектов. Для работы с БДУ применяется разработанное инструментальное средство.

Метод резервирования МСОА основан на метрико-вероятностных моделях надёжности, а также использует модель совместимости компонентов (граф совместимости) при выборе компонентов сервис-ориентированных архитектур.

Модель оценки устойчивости представляет собой имитационную модель, позволяющую уточнить оценку гарантоспособности COA при наличии внешних враждебных воздействий в виде сетевых атак. Имитационная модель представляет собой инструментальное средство, разработанное на языке Java и позволяющее учитывать данные БДУ при моделировании воздействия атак на COA.

Метод ранжированных рядов применяется для окончательного выбора сформированных конфигураций по требуемым критериям.

### Заключение

Разработанная методика выбора COA позволяет формировать конфигурации COA по заданным исходным критериям, т.к.: состав COA, надёжность, производительность, классы отражаемых атак.

Прикладная информационная технология позволяет формировать многоверсионные сервис-ориентированные веб-системы с учётом уязвимостей их компонентов и производимых на них атак.

На основе предложенной технологии становится возможным разработать инструментальное средство поддержки, позволяющее проверять наличие уязвимостей компонентов по базам данных уязвимостей в реальном масштабе времени и предлагать/производить адаптацию архитектуры функционирующей веб-системы «на лету».



Рис. 5. Элементы информационной технологии

### Список литературы

1. Phifer G. Gartner. Predicts 2008: Web Technologies Continue to Drive Business Innovation [Електронний ресурс]. – G. Phifer / Режим доступа: [http://www.gartner.com/DisplayDocument?id=564307&ref=g\\_sitelink](http://www.gartner.com/DisplayDocument?id=564307&ref=g_sitelink).
2. Looker N. Dependability Assessment of Grid Middleware, dsn / N. Looker, J. Xu // 37-th Annual IEEE/IFIP International Conference on Dependable Systems and Networks (DSN'07), 2007. – P. 125-130.
3. Khan Khaled M. Managing Web Service Quality: Measuring Outcomes and Effectiveness. / Khaled M. Khan. – IGI Global, 2008. – 418 p.
4. Информационная технология оценки гарантоспособности Web-сервисов / А.В. Боярчук, А.А. Гордеев, С.Н. Братушка, Р.Н. Головань // Системи обробки інформації. – X.: ХУПС, 2010. – Вип. 5. – С. 25-29.
5. Furmanov A. Intrusion tolerance of Web-systems: IMEA-analysis and multiversion architecture / A. Furmanov, V.S. Kharchenko, A. Gorbenko // Радіоелектронні і комп'ютерні системи». – 2006. – № 7 (19). – С. 23 – 27.

6. Татарова, Г.Г. Методология анализа данных в социологии (введение). [Текст] / Г.Г. Татарова. – М.: NOTA BENE, 1999. – 224 с.

7. Фурманов А.А. Моделирование гарантоспособных сервис-ориентированных архитектур при атаках с использованием уязвимостей [Текст] / А.А. Фурманов, И.Н. Лахижа, В.С. Харченко // Радіоелектронні і комп'ютерні системи. – 2009. – № 7 (41). – С. 65 – 69.

8. Фурманов А.А. Имитационное моделирование многоверсионных сервис-ориентированных систем [Текст] / А.А. Фурманов, И.Н. Лахижа // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства. – Вип. 87. – X., 2009. – С. 132 – 134.

Поступила в редколлегию 2.10.2015

Рецензент: д-р техн. наук, проф. В.С. Харченко, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ».

### ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ РОЗРОБКИ І ВИБОРУ ГАРАНТОЗДАТНІХ СЕРВІС-ОРІЄНТОВАНИХ АРХІТЕКТУР

О.А. Фурманов

Запропоновано методику вибору гарантоздатних сервіс-орієнтованих архітектур за допомогою методу ранжированих рядів. Розроблено інформаційну технологію розробки і вибору сервіс-орієнтованих архітектур при використанні принципу диверсності для побудови конфігурацій і з урахуванням мережесих атак. Розглянуто структуру інформаційної технології, представлені і деталізовані її етапи.

**Ключові слова:** сервіс-орієнтована архітектура, гарантоздатні сервіс-орієнтованих архітектур, багатоберсіонні СОА.

### INFORMATION TECHNOLOGY FOR DEVELOPMENT AND SELECTION OF SERVICE-ORIENTED ARCHITECTURES

A.A. Furmanov

The technique of service-oriented architectures selection with using the ranked series method was proposed. The information technology for development and selection of service-oriented architectures using the diversity principle to build configurations and taking into account network attacks were developed. The structure of the information technology was reviewed, and its detailed stages were presented.

**Keywords:** service-oriented architecture, dependable service-oriented architectures, multiversioned SOA.