

ЛИТЕРАТУРА

1. Руководство пользователя JaCarta Management System // Аладдин Р.Д. – 2014.
2. Руководство администратора JaCarta Management System // Аладдин Р.Д. – 2014.
3. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 10.03.01 Информационная безопасность URL: [http://fgosvo.ru/uploadfiles/ProjFGOSVO3++/Bak3++/100301_B_3plus_21032018.pdf], (дата обращения: 21.10.2018).

СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ СЕРВИСНАЯ ШИНА ПРЕДПРИЯТИЯ

И.В. Евсюткин, Н.Г. Марков
(г.Томск, ТПУ)

e-mail: pzerag@mail.ru, markovng@tpu.ru

SPECIALIZED ENTERPRISE SERVICE BUS OF AN ENTERPRISE

I.V. Evsyutkin, N.G Markov
(Tomsk, Tomsk Polytechnic University)

Abstract. At the modern companies the large number of information systems (IS) of various levels and purposes is used, and also new IS are periodically being implemented. The problem of the IS integration (their functions and data) becomes vital at a certain stage of the development of any company. The concept of service-oriented architecture (SOA) is considered as one of the most perspective concepts during the solution of problems of the IS integration for the creation of new IS of corporate level and their integration with the systems existing at the companies. The central connective software component of the SOA concept is the enterprise service bus (ESB). In the article the analysis of the most popular existing ESB and integration platforms for development of new ESB is carried out. It is shown that the most part of the existing ESB is functionally excessive, has high price and demands the essential additional development with specifics of a company during the ESB creation on a platform basis. That is why the way of the creation of new specialized ESB is perspective. In the article it is shown that a framework which is sufficient for the development of specialized inexpensive ESB is the .NET framework. Functionality of the created specialized ESB and features of its program implementation are considered. Results of the efficiency researches of the specialized ESB and its comparative analysis with ESB of the most popular producers are given.

Keywords: service-oriented architecture, information system, enterprise service bus, integration, .NET framework.

Введение. В настоящее время на многих современных предприятиях эксплуатируется большое число разнородных информационных систем (ИС) различного назначения. На определённом этапе развития информационных ресурсов предприятия возникает задача интеграции таких ИС по функциям и данным. В связи с этим актуальной становится разработка связующего их программного обеспечения, которое должно быть специализировано под конкретные условия предприятия. Одним из направлений исследований, проводимых в данной области, является изучение возможностей концепции сервис-ориентированной архитектуры (англ. Service-Oriented Architecture – SOA) применительно к построению корпоративных ИС и интеграции их с уже эксплуатируемыми ИС предприятия с целью создания единого информационного пространства.

Ключевым компонентом в SOA является сервисная шина предприятия (англ. Enterprise Service Bus – ESB) – связующее программное обеспечение для централизованного и унифицированного событийно-ориентированного обмена сообщениями между различными ИС или компонентами одной ИС. Среди наиболее популярных ESB можно назвать продукты: Oracle Service Bus компании Oracle, WebSphere Message Broker компании IBM, ActiveMatrix Service Bus компании Tibco, WebMethods ESB компании Software AG, Sonic ESB компании Progress Software, JBoss ESB компании Red Hat [1 – 6]. Зачастую ESB выполняют не только функции, свойственные собственно шине, но и функции других компонентов SOA, и даже включают средства для разработки сервисов внутри самой шины на определённом языке

ке программирования. Для большинства предприятий такие ESB оказываются избыточными по своим функциональным возможностям. Более того, все эти ESB являются коммерческими продуктами с весьма высокой стоимостью лицензий. Поэтому продолжает оставаться актуальной задача создания специализированной ESB.

В статье рассматривается задача разработки бюджетной специализированной ESB для предприятий различных отраслей. Показаны преимущества платформы .NET для проведения такой разработки. Подробно рассматриваются особенности реализации этой ESB, исследуется её эффективность.

Современные ESB и интеграционные платформы, критерии их выбора. Сегодня на некоторых промышленных предприятиях и в ряде государственных организаций ESB используются как единая точка для связи между собой большого числа ИС и приложений различного класса. Целью при этом является обеспечение гибкости масштабирования и простоты переноса единого информационного пространства компаний и унаследованных в него ИС [7]. Таким образом, ESB играет ключевую роль в интеграции ИС и создании единого информационного пространства на любом предприятии. Когда речь идёт о современных масштабных проектах, то большое значение приобретает вопрос выбора оптимальной существующей на рынке ESB или оптимальной платформы для разработки новой ESB, обеспечивающей требуемые надёжность и быстродействие. На данный момент существует большое число технологий, языков и библиотек для создания функциональности ESB. Среди них можно назвать следующие языки, технологии и библиотеки: PHP, ASP.NET, Java Server Pages (JSP), Ruby (on Rails), Perl, Python, Flash (Action Script).

Большинство ESB обладают близкими функциональными возможностями. Так что во многих случаях они взаимозаменяемы. Часть этих ESB разрабатывается крупными компаниями, другая же часть – сообществом энтузиастов по принципу открытости исходного кода. Система не может считаться ESB, если она не содержит функциональности по преобразованию данных в различных обменных форматах, маршрутизации сообщений и возможностей создания соединений со сторонними ИС по различным протоколам [8].

Любая полнофункциональная ESB включает готовые модули для задач интеграции (адаптеры) к популярным ИС классов ERP и MES с известными протоколами и форматами данных [7]. Если же необходимого адаптера в ESB нет, то обычно в ней есть встроенный предметно-ориентированный язык программирования (а иногда и несколько языков), позволяющий создавать новые адаптеры с учётом желаемых аспектов взаимодействия со сторонней уникальной ИС.

ESB обязательно содержит систему очередей сообщений с поддержкой транзакций и различными моделями обмена сообщениями. Например, такие модели, как отправитель-получатель, синхронный обмен, издатель-подписчик и другие. Причём поддержка обмена сообщениями во многих ESB имеет две альтернативы спецификаций – REST и SOAP.

С помощью ESB должно связываться множество ИС и сервисов предприятия, поэтому актуальной задачей при эксплуатации систем на основе принципов SOA является создание отказоустойчивой конфигурации ИС и приложений, подразумевающей установку, обновление и удаление части сервисов без остановки всей корпоративной системы в целом и зависимых модулей.

Часть ESB создаются с учётом встроенного или подключаемого движка для управления бизнес-процессами, что позволяет реализовывать интеграционные взаимодействия, разнесённые по времени (оркестровка), без использования полноценной системы управления бизнес-процессами (англ. BPMS – Business Process Management Suite), что в некоторых проектах достаточно. Такие функционально усложнённые ESB да ещё и со встроенными средствами разработки часто называют интеграционными платформами [9].

При выборе конкретной ESB или интеграционной платформы для конкретного предприятия часто используют следующие критерии для их оценки [10].

1. *Коммерческие и технологические.* Это взаимосвязанные критерии, так как определённая цена ESB подразумевает некоторое обоснование в виде объёма её функциональных

возможностей. Среди таких технологических параметров можно выделить полноту поддержки функций маршрутизации сообщений по различным протоколам, способность преобразования различных форматов данных, число встроенных адаптеров, удобные графические средства администрирования и конфигурирования ESB, производительность, поддержка различных протоколов по передаче данных и другие. Обычно эти критерии в окончательной оценке при выборе ESB составляют до 45%.

2. *Отраслевые.* Сфера деятельности и отрасль предприятия, где предстоит внедрить ESB, определяет дополнительные критерии, необходимость поддержки определённых отраслевых стандартов и спецификаций. Для интеграционных проектов важна масштабируемость, наличие компетентных специалистов для разработки и сопровождения ESB, наличие документации и успешных примеров внедрения рассматриваемых технологий, наличие сообщества или корпоративная поддержка при эксплуатации единого информационного пространства предприятия.

3. *Проектные.* На выбор интеграционной платформы влияют факторы, связанные с особенностями конкретного предприятия, например, совместимость с программными продуктами, уже существующими у него и у компаний-партнёров, простота установки и первоначального конфигурирования. Серьёзным отличием систем класса ESB является их цена. Производители включают в стоимость дополнительные адаптеры, поддержку особых протоколов и форматов данных, упрощённые инструменты для администрирования и мониторинга, графические консоли для подключения плагинов, возможность распределения нагрузки на ESB посредством использования кластера и прочие вещи, нужные не всем. Поэтому если не хочется переплачивать за всё это, то встроенный язык программирования платформы позволит восполнить недостающую желаемую функциональность за счёт работы программистов компании-заказчика [8]. Согласно результатам сравнительного анализа [11] созданные небольшими компаниями ESB часто не хуже программных продуктов крупных корпораций, а стало быть, весьма конкурентоспособны, особенно в секторах определённой направленности, за счёт ценообразования, учёта особенностей отрасли и гибкого поведения на рынке.

Стоит отметить, что в каждом конкретном случае выбора коммерческой ESB или платформы необходимо ориентироваться на предприятие-заказчика, где каждый критерий будет иметь определённый вес. Например, низкая цена ESB по сравнению с конкурентами делает её более предпочтительной по коммерческому критерию, однако если в контексте конкретной отрасли и проекта ценовой фактор представляет не основной приоритет для заказчика, то такое преимущество ощутимого вклада в окончательное решение по выбору шины не внесёт.

В таких условиях можно утверждать, что универсальных критериев выбора шины нет. Часто выбор шины или платформы для её разработки осуществляется с учётом квалификации администратора ESB (опыт работы, язык программирования, субъективное удобство при работе), а также теми функциональными особенностями, которые необходимы компании при решении текущих задач создания единого информационного пространства.

По сути, каждая из упомянутых выше шин или платформ может покрыть весь необходимый предприятию набор требований к ESB. Однако ни одна платформа не содержит в себе готовых решений для ESB, все они включают в себя только библиотеки для работы с сервисами, протоколы обмена и преобразования данных, соединения с базой данных (БД) предприятия и другие полезные инструменты, которыми необходимо грамотно воспользоваться для построения на базе платформы требуемой компании ESB.

Анализ достоинств и недостатков существующих на рынке ESB и платформ указывает на актуальность создания специализированных бюджетных ESB. Оценка трудозатрат квалифицированной команды разработчиков показала, что ряду предприятий выгоднее разрабатывать собственную специализированную ESB, а не покупать полнофункциональную ESB.

Особенности специализированной бюджетной ESB. В качестве инструментария для разработки специализированной ESB была выбрана платформа .NET. Она имеет мощную библиотеку классов преобразования форматов данных, протоколов взаимодействия между

системами, а также несколько технологий для реализации ESB на языке C#. Для разработки специализированной ESB была выбрана технология ASP.NET MVC (англ. Model-View-Controller – Модель-Представление-Контроллер) проекта, она предоставляет каркас для разработки систем с веб-взаимодействием и уже имеет некоторые необходимые функциональные возможности, свойственные ESB, такие как маршрутизация сообщений и преобразование форматов данных между сервисами. Именно это позволяет разработать бюджетный вариант ESB. Гибкость MVC также позволяет изменять структуру ESB в соответствии с существующими требованиями предприятия-заказчика.

Чтобы осуществлять связь между СУБД и ESB, необходим посредник (адаптер). Таким посредником в данном случае является технология ADO.NET (*Connection, Command, DataReader, DataSet, DataAdapter*). Разные СУБД могут иметь разные типы данных, диалекты языка SQL, строки подключения, быть объектными и реляционными и т. д. ADO.NET обеспечивает ESB унифицированным интерфейсом для работы с самыми различными СУБД, среди них: MS SQL Server, OLE DB (Access, DB2, MySQL), Oracle, Realm DB, Mongo DB, PostgreSQL, FireBird и другие. Это ещё одна возможность снизить цену ESB.

Для ESB важно иметь возможность взаимодействовать с ИС по протоколам передачи данных различного уровня и назначения. Сегодня в специализированной ESB реализованы сетевые протоколы Ggp, Icmp, Icmp6, Idp, Igmp, IP, IPv4, IPv6, Ipx, ND, Pup, Raw, Spx, SpxII (класс *System.NET.Sockets.Socket*), потоковые (*TcpClient, TcpListener*) и дейтаграммные сокетты (*UdpClient*), Http (*WebClient – WebRequest, WebResponse, HttpWebRequest, HttpWebResponse, HttpListener*), почтовые протоколы (*SmtpClient, POP3, IMAP*), передача файлов (*FtpWebRequest, FtpWebResponse*). Это позволяет поддерживать интеграцию сервисов различного вида (SOAP и RESTful веб-сервисы, proxy).

В целом, как показывают тестовые испытания, специализированная ESB способна быстро переместить большой объем данных между двумя и более ИС, быстро загрузить большой объем данных из одного или нескольких файлов БД с возможностью преобразования данных. Также она позволяет быстро настроить RESTful веб-сервис для одной или нескольких ИС предприятия, произвести сжатие и декомпрессию, пакетирование и архивирование, шифрование и дешифрирование данных.

Специализированная ESB поддерживает асинхронные методы. Такие методы позволяют оптимизировать производительность системы в целом, они предназначены, в первую очередь, для запросов, которые могут занять продолжительное время (чтение больших объемов данных из БД, обращение к внешнему сетевому ресурсу, вычислительно сложные задачи).

Созданная ESB включает в себя административный модуль с графическим интерфейсом для конфигурирования интеграционных скриптов с подсветкой синтаксиса. Для удобства графический интерфейс шины снабжен подсказками и предупреждениями. При возникновении ошибок или необходимости уведомления об успешном завершении операции предусмотрен механизм уведомлений автора интеграционного процесса по электронной почте. Вся история действий пользователей и изменение интеграционных маршрутов логируются с возможностью проводить последующий необходимый анализ, а вся информация об интеграционных процессах архивируется в качестве резервной копии на отдельном сервере.

Исследование эффективности специализированной ESB

По аналогии с экспериментами по определению производительности при нагрузочном тестировании трёх известных ESB, приведённых в [12], был проведён ряд собственных экспериментов с созданной специализированной ESB. Для экспериментов использовался сервер со схожими техническими характеристиками, аналогичные ИС, включающие также сервер БД и сервер приложений. Исследования проводились по описанному в [12] алгоритму для определения эффективности ESB. Повышение нагрузки обеспечивалось путём увеличения числа потоков, эмулирующих одновременную работу определённого числа сторонних пользователей, подключённых к шине (различные ИС предприятия и/или сервисы). Получены зависимости среднего времени работы сервиса для сохранения клиентских данных в зависи-

мости от количества потоков (рис. 1) и загрузки процессора от количества потоков (рис. 2). На рис. 1 и рис. 2 для сравнения приведены аналогичные результаты из [12] для наиболее известных ESB – Oracle SOA Suite, Oracle Service Bus (OSB) и IBM Integration Bus.

Из рис. 1 и рис. 2 видно, что показатели производительности при нагрузочном тестировании для разработанной специализированной ESB лучше, чем у продуктов компании Oracle (шины Oracle SOA Suite и OSB), однако хуже, чем у шины компании IBM. Это говорит о том, что созданная ESB вполне конкурентоспособна на рынке по критерию производительности.

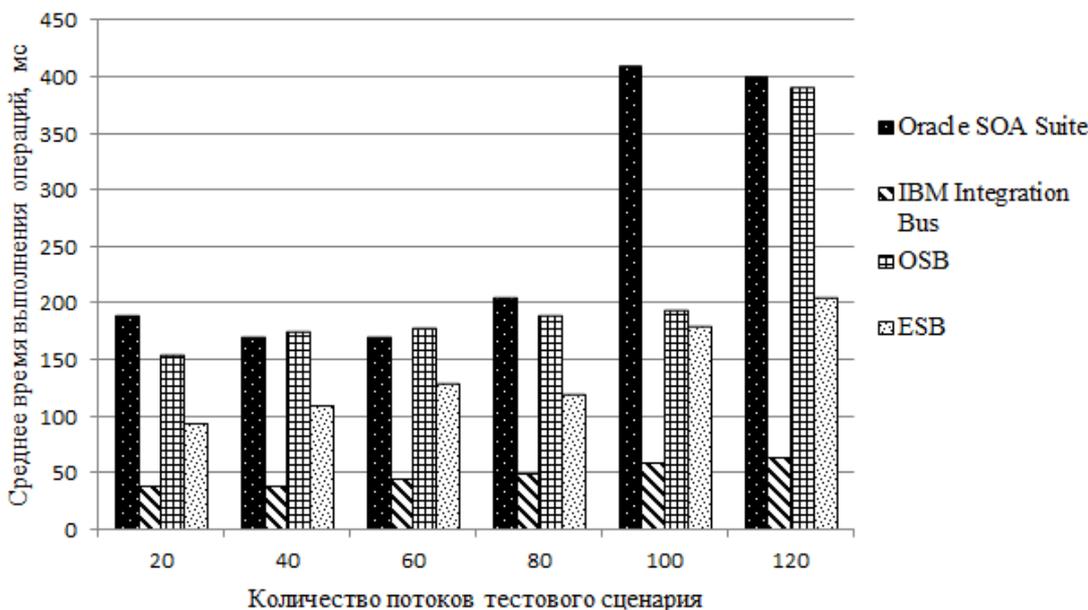


Рис. 5 Зависимость среднего времени работы сервиса, отвечающего за сохранение клиентских данных, от количества потоков

Специализированная ESB является свободно распространяемой и имеет невысокую стоимость, поэтому по критерию цены она превосходит все известные коммерческие продукты. Стоит отметить, что в отличие от ESB указанных крупных производителей, специализированная ESB имеет большое число адаптеров, предназначенных для интеграции через ESB различных ИС управления производством промышленных предприятий. Это делает её привлекательной для предприятий, создающих у себя единое информационное пространство.

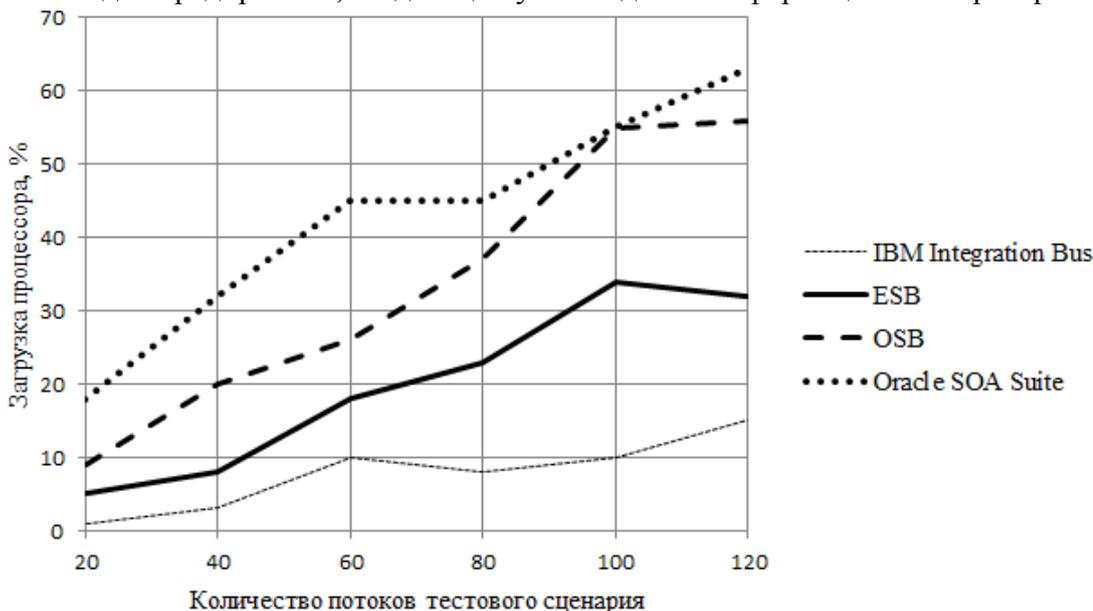


Рис. 6 Зависимость загрузки процессора от количества потоков

Заключение. Анализ используемых сегодня ESB для построения корпоративных ИС и интеграции их с другими унаследованными ИС предприятий показал, что актуальной продолжает оставаться задача разработки недорогих и легко конфигурируемых специализированных ESB.

Такая специализированная бюджетная ESB создана с использованием технологии ASP.NET MVC проекта на платформе .NET. При этом разработаны соответствующие модули ESB, отвечающие функциональным и технологическим требованиям ESB со стороны различных компаний, в первую очередь, промышленности. Эта ESB может легко конфигурироваться и позволяет создать интеграционную шину с учётом специфики предприятия. Результаты исследований эффективности указывают на её высокую производительность.

Имеются предпосылки для использования созданной ESB для организации единого информационного пространства предприятий нефтегазовой, нефтеперерабатывающей и нефтехимической отраслей, промышленности, где имеется большое число унаследованных ИС, требующих интеграции.

Благодарности. Исследования были поддержаны грантом РФФИ №18-47-700010p_a.

ЛИТЕРАТУРА

1. Oracle Service Bus [Электронный ресурс] / Официальный сайт производителя Oracle. - URL: <http://www.oracle.com/technetwork/middleware/service-bus/overview/index.html> (дата обращения: 11.11.2018).
2. WebSphere Message Broker [Электронный ресурс] / Официальный сайт производителя IBM. – URL: https://www.ibm.com/support/knowledgecenter/en/SSKM8N/mapfiles/product_welcome.html (дата обращения: 11.11.2018).
3. ActiveMatrix Service Bus [Электронный ресурс] / Официальный сайт производителя Tibco. – URL: https://docs.tibco.com/pub/activematrix_service_bus/3.3.0_september_2013/doc/pdf/tib_amx_concepts/tib_amx_concepts.pdf (дата обращения: 11.11.2018).
5. WebMethods ESB [Электронный ресурс] / Официальный сайт производителя Software AG. – URL: <https://www.softwareag.com/resources/Enterprise-service-bus>, свободный. – Заглавие с экрана. (дата обращения: 11.11.2018).
6. Sonic ESB [Электронный ресурс] / Официальный сайт производителя Progress Software. – URL: <http://www.progress-tech.ru/products/sonic/esb> (дата обращения: 11.11.2018).
7. JBoss ESB [Электронный ресурс] / Официальный сайт производителя Red Hat. – URL: <http://jbossesb.jboss.org> (дата обращения: 11.11.2018).
8. Выбор интеграционной платформы: технологии и критерии [Электронный ресурс]. URL: <https://www.epam-group.ru/ideas/white-papers/integration-platform-choice> (дата обращения: 11.11.2018).
9. Обзор ESB-систем ServiceMix и Fuse [Электронный ресурс]. - URL: <https://habr.com/post/311540/> (дата обращения: 11.11.2018).
10. Интеграционные платформы – современный способ наиболее эффективной интеграции данных [Электронный ресурс]. - URL: <http://iso.ru/ru/press-center/journal/2224.phtml> (дата обращения: 11.11.2018).
11. Корпоративная сервисная шина - "бюджетный" подход к решению задач интеграции [Электронный ресурс]. - URL: <http://citforum.ru/internet/webservice/esb/> (дата обращения: 11.11.2018).
12. Сравнение интеграционной шины Mediator ESB и существующих на рынке решений [Электронный ресурс]. - URL: <http://www.dasystems.ru/esbComparison.html> (дата обращения: 11.11.2018).
13. Все шины хороши – выбирай на вкус [Электронный ресурс]. - URL: <https://www.softlab.ru/blog/issledovaniya/5494/> (дата обращения: 11.11.2018).