

УТВЕРЖДАЮ

____ . ____ . 20__ г.

Система обмена сообщениями АОС-2
Концепция

Редакция 1.0.3 от 09.06.2022 на 13 листах

СОГЛАСОВАНО

____ . ____ . 20__ г.

____ . ____ . 20__ г.

____ . ____ . 20__ г.

____ . ____ . 20__ г.

Содержание

1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ.....	3
1.1 Полное наименование системы.....	3
1.2 Область назначения и применения.....	3
2 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТА АВТОМАТИЗАЦИИ.....	3
2.1 Асинхронное межсистемное взаимодействие.....	3
2.2 Системы АОС и СПС.....	4
2.3 Недостатки систем АОС и СПС.....	4
3 НАЗНАЧЕНИЕ И ЦЕЛИ СОЗДАНИЯ СИСТЕМЫ.....	5
3.1 Назначение системы.....	5
3.2 Цели создания системы.....	5
4 ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К СИСТЕМЕ.....	6
4.1 Требования к иерархии системы.....	6
4.2 Требования к взаимодействию с абонентами.....	6
4.3 Требования к функциям системы.....	6
4.4 Требования к совместимости с системами АОС и СПС.....	6
4.5 Требования к надежности.....	7
4.6 Требования к развитию.....	7
4.6.1 Требования к системной платформе.....	7
4.6.2 Требования к техническому обеспечению.....	9
4.6.3 Требования к программным интерфейсам.....	9
4.6.4 Требования к упрощению форматов сообщений.....	9
4.6.5 Требования к расширению формата адреса абонента и алгоритма маршрутизации.....	10
4.6.6 Требования к аутентификации.....	10
4.6.7 Требования к структуре процесса обработки информации.....	10
4.6.8 Требования к поддержке web-сервисов.....	11
4.6.9 Требования к поддержке протокола STDP.....	11
5 ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ СИСТЕМЫ.....	11
6 ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ.....	12
7 ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ.....	12

1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

1.1 Полное наименование системы

Система обмена сообщениями «Асинхронный обмен сообщениями -2»

Условное обозначение: АОС-2.

1.2 Область назначения и применения

Система АОС-2 создана в первую очередь для замены систем АОС («Асинхронный обмен сообщениями») и СПС («Система передачи сообщений»), которые широко используются на железных дорогах постсоветского пространства. Поэтому система АОС-2 сохраняет все функции этих систем.

Вместе с тем система АОС-2 может быть использована в любом информационном комплексе, в котором требуется единое средство доставки больших потоков сообщений между многочисленными корреспондентами, управления потоками этих сообщений, их преобразования и сохранения.

2 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТА АВТОМАТИЗАЦИИ

Настоящий раздел характеризует типовой объект автоматизации для системы АОС-2, имея в виду в первую очередь железные дороги России, стран СНГ и Балтии.

2.1 Асинхронное межсистемное взаимодействие

Информационный комплекс любой крупной организации состоит из нескольких тысяч экземпляров разнородных автоматизированных систем, взаимодействующих между собой, а также с системами, внешними по отношению к этой организации.

Как правило, значительная часть межсистемных потоков данных реализована путем обмена сообщениями между системами (более 70% на железных дорогах, более 90% в ЦБ РФ).

Технология обмена сообщениями имеет следующие преимущества перед любыми синхронными технологиями взаимодействия (включая подключение к базам данных, RMI/IIOP, SOAP/HTTP и др.):

- 1) Независимость от операционной среды и программных средств на разных сторонах взаимодействия;
- 2) Независимость процессов обработки на разных сторонах взаимодействия;
- 3) Возможность единого централизованного управления многочисленными потоками данных, включая их перенаправление, преобразование, приостановку и др.

- 4) Возможность архивирования потоков данных для их последующего анализа и воспроизведения.

В условиях импортозамещения важность асинхронного межсистемного взаимодействия повышается по следующей причине. Мощные серверы (IBM zSeries и pSeries, Oracle SPARC) производят только США. Для обработки тех же объемов данных менее мощными серверами наиболее эффективно разделение крупных информационных систем на отдельные функциональные и территориальные компоненты, и организация взаимодействия между этими компонентами по принципам архитектуры, управляемой сообщениями (Message Driven Architecture). Эффективные информационные комплексы, основанные на этой архитектуре и собственной программно-технической платформе, созданы в Китае.

Единое управление информационным комплексом организации требует логически единой системы обмена сообщениями.

2.2 Системы АОС и СПС

Системы АОС и СПС используются на железных дорогах России, стран СНГ и Балтии с 2008 года для обмена сообщениями на этих дорогах, а также между ними.

Наиболее крупное внедрение имеет более 42 тысяч абонентов; через нее проходит более 23 млн. сообщений в сутки общим объемом более 235 Гб. Система образована 72 узлами трехуровневой иерархии, а также десятками концентраторов линейного уровня.

Системы АОС и СПС разработаны для операционных систем IBM z/OS и Microsoft Windows с использованием программных продуктов IBM MQ-Series, IBM DB2. Системы разработана на языках z/OS Assembler и Microsoft Visual C++. Системы функционируют на платформе IBM zSeries на сетевом и дорожном уровнях, и на платформе Intel x86 на линейном уровне.

Система АОС интегрирует практически все информационные системы, используемые в настоящее время в области грузоперевозок, и поэтому несет в себе многообразную уникальную специфику взаимодействия между этими системами, включая многие технологии, протоколы и стандарты, унаследованные начиная от 90-х гг. То же относится к системам СПС на других железных дорогах.

2.3 Недостатки систем АОС и СПС

- 1) Системы используют вышеуказанные коммерческие программные и технические продукты с закрытым программным кодом. Это влечет следующие недостатки:
 - Высокая стоимость сопровождения этих продуктов компаниями-разработчиками (~ 20% стоимости продукта в год);

- Потенциальная опасность сбоев систем при отказе компаний-разработчиков от сопровождения этих продуктов или при использовании их недеklarированных возможностей;
- 2) Ориентированность систем на специфику железных дорог. Стандарты именования и сообщений системы, ее алгоритмы несут многочисленные черты, специфичные для железных дорог и во многом унаследованные от технологий 90-х гг.. Это существенно усложняет возможное использование системы в других областях.

3 НАЗНАЧЕНИЕ И ЦЕЛИ СОЗДАНИЯ СИСТЕМЫ

3.1 Назначение системы

Система АОС-2 предназначена для обеспечения асинхронного взаимодействия между автоматизированными системами крупного информационного комплекса.

Система АОС-2 должна обеспечить централизованный мониторинг и управление информационными потоками, их преобразование, тиражирование и архивирование.

Тем самым система АОС-2 должна обеспечить эффективную, современную и управляемую единую среду взаимодействия между информационными системами.

3.2 Цели создания системы

Создание системы АОС-2 преследует следующие цели:

- 1) Обеспечение эффективного, согласованного, надежного и управляемого обмена данными между автоматизированными системами крупного информационного комплекса, включая системы, внешние по отношению к этому комплексу;
- 2) Обеспечение разработчиков информационных систем современными удобными инструментами межсистемного взаимодействия;
- 3) Создание программной платформы, над которой можно единообразно реализовать бизнес-процессы как последовательности обменов и обработок данных различными системами;
- 4) Обеспечение возможности функционирования среды межсистемного взаимодействия на всех распространенных технических платформах и только на свободном системном программном обеспечении;
- 5) Обеспечение эффективного сопровождения средств межсистемного взаимодействия;
- 6) Создание современной системы, полностью совместимой с системами и стандартами систем АОС и СПС.

Начальным критерием достижения этих целей является устранение недостатков систем АОС и СПС, перечисленных в разделе 2.3 при сохранении полной совместимости с этими системами и их стандартами.

4 ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К СИСТЕМЕ

4.1 Требования к иерархии системы

Система АОС-2 должна иметь распределенную иерархическую структуру и состоять из иерархии взаимодействующих узлов. Такая структура позволит естественным образом разграничить зоны администрирования АОС, контроля передаваемой информации и управления информационными потоками.

Узлы системы на всех уровнях должны обеспечивать одинаковую функциональность и должны использовать одинаковое программное обеспечение системы АОС-2.

4.2 Требования к взаимодействию с абонентами

Каждый абонент АОС-2 обслуживается единственным узлом АОС-2.

Взаимодействие АОС-2 с абонентами должно осуществляться одним из следующих способов:

- через программный интерфейс системы АОС-2 на языках С++ или Java;
- через пользовательский web-интерфейс узла АОС-2.

4.3 Требования к функциям системы

Система АОС-2 должна обеспечивать следующие функции:

- аутентификацию и авторизацию абонентов;
- доставку сообщений от абонентов-отправителей к абонентам-получателям, включая доставку сообщений «от одного ко многим» ;
- преобразование сообщений по алгоритмам, заданным администратором;
- архивирование сообщений в соответствии с настройками, заданными администратором;
- регистрацию сообщений и событий работы узла;
- мониторинг и управление системой.

4.4 Требования к совместимости с системами АОС и СПС

Система АОС-2 должна быть полностью совместима с системами АОС и СПС в следующих отношениях:

- 1) Система АОС-2 должна поддерживать адресацию и именование абонентов и узлов систем АОС и СПС в соответствии с документом «Стандарт именования, сетевой иерархии, соглашений по обмену информации».

- 2) Система АОС-2 должна поддерживать форматы сообщений систем АОС и СПС, описанные в документе «Стандарт именования, сетевой иерархии, соглашений по обмену информации».
- 3) Система АОС-2 должна реализовывать алгоритмы маршрутизации и обработки сообщений, реализованные в системах АОС и СПС
- 4) Система АОС-2 должна предоставлять возможность получения и отправки сообщений систем АОС и СПС из/в очередей IBM MQ Series.

Таким образом, для систем АОС/СПС, а также для абонентов этих систем, узел системы АОС-2 должен быть неотличим от узла системы АОС/СПС.

4.5 Требования к надежности

Для обеспечения надежности должны быть применены штатные средства используемого системно-технического программного обеспечения:

- Репликация дисковых массивов, на которых хранятся данные АОС-2;
- Кластеризация операционных систем, виртуальных машин или контейнеров, на которых развернуты узлы АОС-2;
- Кластеризация серверов приложений и брокеров сообщений, на которых развернуты узлы АОС-2;
- Кластеризация серверов приложений и брокеров сообщений, на которых развернуты узлы АОС-2;
- Определением множественных маршрутов абонентов и смежных к разным узлам кластера.

Система не имеет собственных программных разработок, обеспечивающих надежность

Типовой логический узел АОС-2 должен состоять из двух физических узлов одного кластера в режиме active-passive. Один физический узел кластера должен включать:

- Одну реплику данных узла на дисковом массиве, не содержащем других реплик кластера;
- Один экземпляр операционной системы, виртуальной машины или контейнера с программным обеспечением АОС-2.

Из всех узлов кластера только один должен находиться в активном режиме.

4.6 Требования к развитию

Сформулированные выше требования определяют преимуществом системой АОС-2 систем АОС и СПС.

Требования этого раздела определяют *отличия* системы АОС-2 от систем АОС и СПС.

4.6.1 Требования к системной платформе

Системное программное обеспечение должно удовлетворять следующим требованиям:

- Распространение по лицензиям отечественных производителей или по свободным лицензиям;
- Возможность размещения на импортозамещающих технических платформах;
- Достаточная производительность для решения задач шины в объеме ~100 млн. сообщений в сутки объемом ~ 50 GB на один узел;
- Широкая и долговременная распространенность в мировой практике;
- Апробированность на промышленных внедрениях в крупных организациях;
- Поддержка со стороны крупного производителя;
- Возможность кластеризации;
- Поддержка современных программных технологий;

По результатам проведенных исследований системное программное обеспечение должно состоять из следующих программных продуктов в указанных или старших версиях:

- 1) Операционная система CentOS v7. Операционная система нужна для размещения перечисленных далее программных средств, а также подсистем АОС, реализованных как модули, исполняемые в среде операционной системы.
- 2) СУБД PostgreSQL 12.2. СУБД будет использована следующими подсистемами:
 - подсистемой архивации;
 - подсистемой регистрации событий;
 - средствами обеспечения отказоустойчивости для резервирования хранимых данных.
- 3) Сервер приложений Jboss 7.1.1 или WildFly 15.0.1; Сервер приложений будет использован в следующих целях:
 - как средство аутентификации и авторизации;
 - подсистемой архивации;
 - подсистемой администрирования для мониторинга брокеров сообщений средствами JMX;
- 4) Брокер сообщений Apache Active MQ Artemis 2.6.3 (допустим в составе WildFly);
- 5) HTTP-сервер Apache 2.2. HTTP-сервер будет использован для размещения web-интерфейсов пользователя и администратора.
- 6) Программные библиотеки, распространяемые по лицензиям GNU GPL или Apache License. Эти библиотеки будут использоваться подсистемами маршрутизации и обработки сообщений.
- 7) Средства резервного копирования файловой системы и БД PostgreSQL, распространяемые по лицензиям GNU GPL. Эти средства будут

использованы для резервного копирования узла системы, а также долговременного хранения архивов.

- 8) Адаптер ресурсов IBM MQ `wmq.jmsra.rar`. Этот компонент необходим для связи с очередями IBM MQ на узлах действующей версии АОС. Это единственный закрытый коммерческий продукт, используемый в системе. Необходимость в нем отпадет после полного перехода на новую версию АОС.

4.6.2 Требования к техническому обеспечению

Узел системы должен допускать размещение на любой технической платформе, которая допускает размещение операционной системы CentOS v7 или старше, а также программных средств основного репозитория этой ОС.

Узел системы должен допускать размещение на физической, виртуальной машине или контейнерной конфигурации микросервисной архитектуры

Узел системы должен быть обеспечен средой резервного копирования.

Требования к вычислительным ресурсам каждого узла зависят от фактических и потенциальных нагрузок на этот узел и должны определяться отдельно для каждого узла.

4.6.3 Требования к программным интерфейсам

Абоненты системы должны иметь возможность взаимодействовать с системой следующими способами без использования дополнительного API:

- по стандарту JMS 2.0 с использованием JMS-клиента Apache Active MQ Artemis (см. [2]) ;
- по протоколу AMQP 1.0 (см. [1]) ;
- по протоколу HTTP/REST с использованием форматов Apache Active MQ Artemis (см. [3]);

4.6.4 Требования к упрощению форматов сообщений

Формат сообщений, используемый системами АОС/СПС весьма сложен (например, часть свойств сообщения хранится в его теле), специфичен для IBM MQ (еще часть свойств хранится в полях, определенных только в IBM MQ) и несет многие свойства, специфичные для железных дорог и унаследованные от технологий предыдущих десятилетий. Это существенно затрудняет разработчикам прикладных систем работу с системами АОС/СПС.

Для упрощения разработки система должна осуществлять обработку сообщений *произвольного формата*.

Алгоритмы маршрутизации, преобразования и архивации сообщений должны применяться системой в зависимости от авторизации отправителя, очереди доставки сообщения и специальных свойств сообщения, установленных отправителем.

Все специальные свойства сообщения, обрабатываемые системой, имеют префикс **stmq_**.

4.6.5 Требования к расширению формата адреса абонента и алгоритма маршрутизации

В системах АОС/СПС адрес абонента имеет вид

<имя1>.<имя2>.<имяN>:<имя абонента>

где <имяК> - имя ветви иерархии. Все имена должны состоять из латинских букв и цифр.

Этот принцип именования на практике обнаружил 2 недостатка:

- 1) Невозможность для абонента создавать суб-абонентов. Зачастую за одним и тем же именем абонента скрываются десятки различных систем и их процессов, которые используют один и тот же некогда выданный адрес. Это препятствует идентификации реальных отправителей, а также управлению разнородными потоками данных, их приоритизации и отдельной обработке на сторонах отправителя и получателя.
- 2) Невозможность перемещения абонента на вышестоящий узел иерархии без изменения его адреса. Такая необходимость возникает при оптимизации инфраструктуры, однако в настоящий момент требует изменения имени абонента у всех его корреспондентов, что порой невозможно, поскольку эти корреспонденты определены вне системы (напр., на железных дорогах других стран).

Для устранения этого недостатка система АОС-2 должна корректно обрабатывать в сообщениях новых форматов адреса, в которых двоеточие заменено точкой.

Соответственно, алгоритм маршрутизации должен быть изменен так, чтобы он направлял сообщение на узел/абонента с самой длинной последовательностью имен, совпадающей с началом адреса получателя.

4.6.6 Требования к аутентификации

Система должна обеспечивать механизмы аутентификации по имени пользователя и паролю, а также по SSL/SASL.

Система должна допускать использование в качестве хранилища данных аутентификации собственное хранилище и внешнее хранилище, поддерживающее протокол LDAP.

4.6.7 Требования к структуре процесса обработки информации

Система должна быть построена как совокупность процессов обработки событий. Событием для системы является:

- Запуск и остановка системы;
- Поступление сообщения в очередь;
- Ввод данных оператором или администратором;

- Наступление определенного времени.

Процессы обработки событий из разных источников должны быть независимы и изолированы друг от друга, насколько это возможно, и выполняться параллельно. Вместе с тем обработки сообщений, поступающих в одну очередь, должны выполняться последовательно, поскольку порядок поступления сообщений должен сохраняться.

4.6.8 Требования к поддержке web-сервисов

Система должна поддерживать возможность работы с web-сервисами по протоколам SOAP(HTTP) и HTTP/REST по одному из двух следующих алгоритмов:

Алгоритм 1:

- Инициатор запроса обращается к web-сервису системы АОС-2 по протоколу HTTP/REST
- Система АОС-2 преобразует запрос пользователя в сообщение и отправляет его соответствующему абоненту;
- Абонент возвращает ответ системе АОС-2;
- Система АОС-2 преобразует ответ в формат HTTP и возвращает его инициатору запроса в той же сессии HTTP;

Алгоритм 2:

- Абонент отправляет сообщение на адрес системы АОС-2, маскирующий web-сервис другой системы;
- Система АОС-2 преобразует это сообщение в запрос к web-сервису другой системы и получает ответ;
- Система АОС-2 преобразует ответ в сообщение и отправляет абоненту-инициатору.

Для каждого web-сервиса из описанных алгоритмов программное обеспечение для АОС-2 разрабатывается и устанавливается отдельно и не входит в типовое программное обеспечение узла АОС-2 (хотя, при накоплении определенного опыта возможна типизация этих программных модулей).

4.6.9 Требования к поддержке протокола STDP

Узлы системы на всех уровнях должны поддерживать протокол STDP, распространенный на железных дорогах России, стран СНГ и Балтии.

5 ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ СИСТЕМЫ

Для обеспечения большей постепенности разработки и первых внедрений системы целесообразно развивать систему двумя этапами. Это повлечет большую технологическую надежность внедрений и более равномерное распределение ресурсов, нужных для разработки и внедрений системы.

На первом этапе выполняется разработка системы, которая обеспечивает все функции систем АОС/СПС, но функционирует на открытом системном программном обеспечении, перечисленном в разделе 4.6.1. Таким образом, в результате первого этапа должна быть создана система, удовлетворяющая требованиям 4.1 - 4.5, 4.6.1, 4.6.2.

На втором этапе эта система развивается до выполнения требований по развитию 4.6.3 - 4.6.9. Новые компоненты системы могут постепенно устанавливаться на уже действующих узлах.

6 ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

АОС	Система асинхронного обмена сообщениями
СПС	Система передачи сообщений
AMQP	Advanced Message Queuing Protocol – протокол обмена сообщениями
API	Application programming interface
HTTP	HyperText Transfer Protocol – протокол передачи данных
JMS	Java Message Service – стандарт ПО обмена сообщениями
LDAP	Lightweighed directory access protocol
(HTTP)REST	Representational State Transfer – стиль взаимодействия распределенных программных компонент
SASL	Simple Authentication and Security Layer - стандарт аутентификации и обеспечения безопасности в сетевых протоколах
SOAP	Simple Object Access Protocol – протокол обмена структурированными сообщениями
SQL	Structured query language
SSL	Secure Socket Layer – протокол передачи зашифрованных данных
STDP	Отраслевой протокол передачи данных
АОС-2	Система обмена сообщениями «Smart Technologies Message Queueing System»

7 ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

- [1] AMQP 1.0 Specifications // <https://www.amqp.org/resources/specifications>
- [2] Apache ActiveMQ Artemis Documentation, JMS API // <https://activemq.apache.org/components/artemis/documentation/>

- [3] Apache ActiveMQ Artemis Documentation, REST Interface // <https://activemq.apache.org/components/artemis/documentation/>

СОСТАВИЛИ

Наименование подразделения	Должность исполнителя	Фамилия, имя, отчество	Подпись	Дата
	Старший системный архитектор	Казаков В.В.		
	Главный системный архитектор	Мишустин М.Б.		
	Руководитель проекта	Сологуб А.И.		