

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ – УЧЕБНО-НАУЧНО-
ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ КОМПЛЕКС»

На правах рукописи



МЕГАЕВ Кирилл Андреевич

**СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЕ АЛГОРИТМЫ ОБМЕНА И ОБРАБОТКИ
ДАНЫХ В КОРПОРАТИВНОМ ПОРТАЛЕ ТЕРРИТОРИАЛЬНО
РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ**

Специальность 05.13.06 – Автоматизация и управление технологическими
процессами и производствами (промышленность)

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Научный руководитель:
кандидат техн. наук, доцент
М.Ю. Рытов

Орёл 2014

ОГЛАВЛЕНИЕ

| | |
|---|----|
| ВВЕДЕНИЕ..... | 5 |
| ГЛАВА 1. АНАЛИЗ ПРОЦЕССОВ ОБМЕНА И ОБРАБОТКИ ДАННЫХ В СРЕДЕ КОРПОРАТИВНОГО ПОРТАЛА ТЕРРИТОРИАЛЬНО РАСПРЕДЕЛЁННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ..... | 11 |
| 1.1 Анализ особенностей построения корпоративных порталов..... | 11 |
| 1.2 Функциональные возможности корпоративных порталов территориально распределённых предприятий..... | 12 |
| 1.3 Общие функциональные аспекты построения и задачи, решаемые в корпоративных порталах..... | 14 |
| 1.4 Архитектурные особенности построения корпоративного портала территориально распределённых предприятий..... | 17 |
| 1.5 Эволюция программного обеспечения корпоративных порталов..... | 23 |
| 1.6 Постановка задачи исследования..... | 25 |
| ГЛАВА 2. АЛГОРИТМ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ ОБМЕНА И ОБРАБОТКИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ДАННЫХ В СРЕДЕ КОРПОРАТИВНОГО ПОРТАЛА..... | 28 |
| 2.1 Предпосылки к введению дополнительных функций обмена и обработки данных..... | 28 |
| 2.2 Дополнительные функции при использовании постоянных виртуальных каналов и виртуального вызова..... | 30 |
| 2.3. Дополнительные функции применительно к передаче датаграмм..... | 35 |
| 2.4 Дополнительные функции и вычислительные ресурсы среды корпоративного портала..... | 37 |
| 2.5 Модель целочисленного программирования для оптимизации ряда дополнительных функций..... | 42 |
| 2.6 Выводы по главе..... | 45 |

| | |
|--|----|
| ГЛАВА 3. АЛГОРИТМ АНАЛИЗА ПОТОКОВ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ДАННЫХ В СРЕДЕ КОРПОРАТИВНОГО ПОРТАЛА | 47 |
| 3.1 Постановка задачи управления потоками | 47 |
| 3.2 Формальная модель..... | 48 |
| 3.3 W-функции типичных структур GERT-сетей | 51 |
| 3.4 Формирование петель из графа алгоритма..... | 54 |
| 3.5 Общие топологические уравнения | 57 |
| 3.6 Вычислительный алгоритм | 59 |
| 3.7 Выводы по главе..... | 61 |
| ГЛАВА 4. АЛГОРИТМ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ДОСТУПА К ПРОИЗВОДСТВЕННЫМ ДАННЫМ В СРЕДЕ КОРПОРАТИВНОГО ПОРТАЛА | 64 |
| 4.1 Предпосылки к введению замкнутых групп пользователей..... | 64 |
| 4.2 Служебная информация, относящаяся к образованию замкнутых групп пользователей..... | 67 |
| 4.3 Процедура вызова в замкнутой группе пользователей \tilde{R} | 69 |
| 4.4 Процедура регистрации двухсторонней замкнутой группы пользователей \tilde{S} | 71 |
| 4.5 Процедура аннулирования двухсторонней замкнутой группы пользователей \tilde{S} | 74 |
| 4.6 Процедуры передачи пакетов вызова в двухсторонней замкнутой группе пользователей \check{S} | 75 |
| 4.7 Процедура формирования мер защиты пакетов в замкнутой двусторонней группе пользователей..... | 77 |
| 4.8 Выводы по главе..... | 79 |
| ГЛАВА 5. ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ОБМЕНА И ОБРАБОТКИ ДАННЫХ В СРЕДЕ КОРПОРАТИВНОГО ПОРТАЛА ТЕРИТОРИАЛЬНО РАСПРЕДЕЛЁННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ ТРАНСПОРТИРОВКИ ГАЗА..... | 81 |
| 5.1 Общие подходы к разработке имитационной модели обмена и обработки производственных данных..... | 81 |

| | |
|---|-----|
| 5.2 Параметрическая имитационная модель для исследования пакетного голосового трафика в коммуникационной среде корпоративного портала..... | 84 |
| 5.2.1 Модель коммуникационной нагрузки | 85 |
| 5.2.2. Модели топологии и управления | 89 |
| 5.3 Построение программного имитационного стенда для проведения моделирования процесса обмена и обработки голосового потока данных в коммуникационной среде корпоративного портала..... | 95 |
| 5.3.1 Архитектура имитационного программного комплекса..... | 95 |
| 5.3.2 Сценарии моделирования процесса обмена и обработки производственных данных | 97 |
| 5.4 Натурные измерения характеристик голосового потока данных и проверка имитационной модели на адекватность | 104 |
| 5.4.1 Методика проверки имитационной модели на адекватность для коммуникационной среды корпоративного портала..... | 104 |
| 5.4.2 Способы получения выборок экспериментальных данных..... | 108 |
| 5.5 Выводы по главе..... | 113 |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ | 116 |
| СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ..... | 120 |

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы. При формировании единой системы автоматизации деятельности территориально распределенных предприятий, остро встаёт проблема объединения информационных потоков в рамках единой среды. При этом успешность управления зависит в значительной степени от достоверности и оперативности поступающей информации от удалённых объектов, и определяет качество принятия управленческих решений и ведении нормативно-справочной информации.

Территориально распределенные предприятия функционируют в различных отраслях промышленности (например, машиностроительный комплекс; металлургический комплекс; топливо-энергетический комплекс и др.), и для повышения качества обмена и обработки информации используют корпоративные порталы (КП).

Существующие порталные решения класса B2E (Business-to-Employee) предоставляют руководителям территориально распределенных предприятий (например, транспортировки газа) оперативный доступ к служебной информации, в том числе бухгалтерской, финансовой, производственным данным, данным о запасах на складах, логистических систем, управления персоналом и клиентской базой (например, ERP и CRM). При этом компоненты информационного обеспечения могут реализовываться, как видимые функции (например, персонализация), или скрытые от сотрудников (например, репозиторий метаданных). Сотрудники производственно-диспетчерских служб предприятия транспортировки газа могут взаимодействовать с помощью единого пользовательского интерфейса в рамках реальной отраслевой интеграции данных и приложений. Для этого, корпоративный портал предприятия оснащается мощными инструментами для поиска и категоризации информации, которая содержится в корпоративных приложениях и информационных ресурсах.

В частности, для газотранспортных предприятий характерна координация деятельности сотрудников соседних предприятий на стыках зон ответственности, в рамках оперативного диспетчерского управления, связанная с функционированием следующих подсистем: экологического мониторинга; диспетчерских приложений; комплексного анализа показателей эксплуатации и оценки состояния; мониторинга режимов работы оборудования; диагностики сложных участков; управления бригадами ремонта; управления и заказа материально-технических ресурсов; технического обслуживания, ремонта и обеспечения надежности оборудования, и усложняется большим количеством разнообразного оборудования (технологические объекты магистральных газопроводов, подземные хранилища газа, компрессорные станции) и взаимосвязанных технологических процессов [124].

Развитие корпоративных порталов распределенных предприятий транспортировки газа в части обмена и обработки данных осуществляется в нескольких направлениях.

Первое направление проявляется в расширении сферы дополнительных функций, которые могут быть созданы для пользователей, обменивающихся информацией в определенном режиме (например: образование замкнутых групп в портале; хранение массивов данных в оборудовании элементов портала; регулирование доступа к получателям информации или доступа к исходящему потоку данных) [103, 105, 109].

Второе направление проявляется во введении специальных алгоритмов обмена и обработки данных, предназначенных для: сокращения времени доставки информационных массивов; регулирования информационного потока, вводимого в среду корпоративного портала с целью улучшения вероятностно-временных характеристик и целесообразных параметров передачи [103, 105, 109].

Существующие концепции создания корпоративных порталов предприятий транспортировки газа, не в полной мере, удовлетворяют потребности сотрудников в организации их совместной деятельности из-за скорости обмена и обработки

производственных данных, что приводит к необходимости разработки новых специализированных алгоритмов сокращения времени доставки производственных данных.

Используемые технические решения корпоративных порталов предприятий транспортировки газа остро нуждаются в новых средствах интеллектуального обеспечения и защиты процесса обмена и обработки производственных данных, т.к. предусматривают элементарную авторизацию пользователей по паролю и логину, а также контроль доступа к информационным ресурсам на уровне приложений. Возможности несанкционированного воздействия на поток данных через среду корпоративного портала не учитываются.

С учётом того, что часть информации, циркулирующая в «закрытой» части портала, относится к категории «коммерческая тайна», то должны быть приняты меры по разграничению прав доступа, контролю за циркуляцией информационных потоков. Особое значение для предприятий транспортировки газа имеет своевременное доведение диспетчерских заданий, особенно при возникновении аварийных и нештатных ситуаций. В этих случаях широкое распространение получило речевое управление, с доведением распоряжений на основе использования голосового потока данных. Это тем более важно так, как объекты предприятий транспортировки газа и нефти относятся к опасным производственным объектам.

В основе настоящего исследования лежат результаты работ в области: *теоретических основ построения корпоративных порталов* (Кр. Шайлакс, Дж. Тилман., А.Н. Тихонов, А.Д. Иванников, В.Е. Подольский); *теории построения распределенных систем* (В.С. Бурцев, В.В. Воеводин, В.В. Корнеев, Э. Таненбаум); *стохастических сетевых моделей планирования и управления* (Д.И. Голенко-Гинзбург, Н.А. Левин, В.С. Михельсон, Ч.Г. Найдов-Железов); *методов временного анализа на обобщенных сетевых моделях* (В.И. Воропаев, Б.Я. Лебедь, М.П. Нудельман); *математических методов сетевого планирования* (С.И. Зуховицкий, И.А. Радчик).

Всё это определяет актуальность исследования и выбор объекта, предмета и цели исследования.

Объект исследования – процессы обмена и обработки данных в корпоративном портале территориально распределённых предприятий транспортировки газа.

Предмет исследования – модели, методы и алгоритмы обмена и обработки данных в среде корпоративного портала территориально распределённых предприятий.

Цель исследования – сокращение времени доставки пакетов с производственными данными лицам принимающим решения с помощью средств корпоративного портала территориально распределённых предприятий.

Для достижения сформулированной цели были поставлены и решены **следующие задачи:**

1. Анализ принципов построения и тенденций развития коммуникационной среды корпоративного портала территориально распределённых предприятий.

2. Моделирование и выбор дополнительных функций процессов обмена и обработки производственных данных для среды корпоративного портала территориально распределённых предприятий.

3. Разработка алгоритма анализа потоков производственных данных в среде корпоративного портала территориально распределённых предприятий.

4. Разработка способов и приемов распределения доступа к производственным данным и формирования замкнутых групп пользователей в среде корпоративного портала территориально распределённых предприятий транспортировки газа.

5. Систематизация знаний по процессам обмена и обработки данных в среде корпоративного портала территориально распределённых предприятий транспортировки газа.

Методы и средства исследования. При решении указанных задач использовались методы математического моделирования, линейного программирования, теории алгоритмов, теории вероятностей, теории случайных процессов, анализа вычислительных алгоритмов, теории распределенных вычислений, теории построения корпоративных порталов.

Научная новизна диссертационного исследования:

1. Разработан *алгоритм оптимизации процессов обмена и обработки производственных данных в среде корпоративного портала*, базирующийся на методе перебора Балаша, и отличающийся учётом ограничений на вычислительные ресурсы компонентов среды.

2. Разработан *алгоритм анализа потоков производственных данных в среде корпоративного портала*, базирующийся на аппарате GERT-сетей, отличающийся процедурами нахождения моментов распределения средних значений характеристик процессов доставки, при определённом маршруте и вероятности отказа вычислительных ресурсов.

3. Разработан *алгоритм распределения доступа к производственным данным в среде корпоративного портала*, базирующийся на процедурах формирования замкнутых групп пользователей, отличающийся правилами обмена и обработки пакетов данными в компонентах среды.

Практическая значимость заключается в реализации разработанных алгоритмов в программном средстве управления ресурсами в среде корпоративного портала (Свидетельство о регистрации программного средства №2013619124).

Применение разработанных алгоритмов в элементах среды корпоративного портала ООО "НТЦ Космос-Нефть-Газ" (г. Воронеж) привело к существенному сокращению времени доставки пакетов с производственными данными, что позволило принципиально улучшить технико-экономические характеристики сопровождаемых проектов.

Результаты внедрения подтверждены соответствующим актом.

Достоверность и обоснованность научных положений, результатов, выводов и рекомендаций, приведенных в диссертационной работе, достигнута: за счет корректного применения известных методов, адекватных природе изучавшихся процессов и явлений; верификации результатов методами, используемыми при исследовании сложных технических систем.

Апробация и публикации. Материалы диссертации докладывались на: XI-ой Международной научно-практической интернет-конференции «Энерго- и ресурсосбережение XXI век» (г. Орёл – 2013 г.); II-ой Международной научно-технической интернет-конференции «Информационные системы и технологии» (г. Орёл – 2013 г.); 2-ой Международной молодежной научной конференции «ПОКОЛЕНИЕ БУДУЩЕГО – 2013: Взгляд молодых ученых» (г. Курск – 2013 г.); Всероссийская научно-техническая конференция – 2013 "Наукоемкие технологии в приборо- и машиностроении и развитие инновационной деятельности в ВУЗе" (г. Калуга – 2013 г.).

Положения, выносимые на защиту:

1. Алгоритм оптимизации процессов обмена и обработки производственных данных в среде корпоративного портала.
2. Алгоритм анализа потоков производственных данных в среде корпоративного портала.
3. Алгоритм распределения доступа к производственным данным в среде корпоративного портала.

Публикации. По материалам диссертации имеется 13 работ, в том числе: 7 статей в журналах из перечня ВАК, 4 публикации в материалах международных конференций, 1 монография, 1 свидетельство о государственной регистрации программ для ЭВМ.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы. Работа изложена на 142 страницах машинописного текста, включающего 27 рисунков, 7 таблиц, список литературы из 174 наименования.

ГЛАВА 1. АНАЛИЗ ПРОЦЕССОВ ОБМЕНА И ОБРАБОТКИ ДАННЫХ В СРЕДЕ КОРПОРАТИВНОГО ПОРТАЛА ТЕРРИТОРИАЛЬНО РАСПРЕДЕЛЁННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

1.1 Анализ особенностей построения корпоративных порталов

В настоящее время в автоматизированные системы управления территориально распределённых предприятий активно внедряются приложения, для качественного взаимодействия с партнерами, клиентами и просто посетителями сайтов компании, число таких проектов стремительно растет. Таким образом, современные компании создают коммуникационную инфраструктуру, позволяющую превратить интернет в один из инструментов ведения бизнеса [5, 9, 15, 19, 75, 82, 84].

Разработка коммуникационной инфраструктуры корпоративного портала распределённых предприятий позволяет предоставлять клиентам и сотрудникам актуальную информацию, а так же обеспечить своевременную обработку поступающих от них данных [10, 15, 84, 85].

Корпоративный портал – это совокупность внутренней коммуникационной среды предприятия и программных комплексов, обеспечивающих доступ сотрудников и партнеров к требуемым информационным и вычислительным ресурсам предприятия, обычно через персонифицированный защищенный web-интерфейс, который обеспечивает разграничение доступа к данным для внутреннего пользования. Доступ может получать не только конкретный сотрудник, но и приложения, выполняющие организацию работы территориально разнесенных предприятий, которые решают задачи, связанные и жестко ограниченные во времени [5, 15, 82, 84, 85, 128, 140].

Доступ к информационным ресурсам автоматизированных систем управления предприятия (в том числе систем управления документооборота, групповой работы, корпоративных хранилищ данных, управления деловыми

процессами) обеспечивается через единую точку входа в среду корпоративного портала предприятия. Необходимо отметить, что корпоративные порталы территориально распределённых предприятий транспортировки газа обеспечиваются мощными инструментами поиска и структуризации информации, содержащейся в корпоративных приложениях, а также в информационных ресурсах среды портала [15, 82, 83, 84, 92, 93, 115, 124].

1.2 Функциональные возможности корпоративных порталов территориально распределённых предприятий

Функциональные возможности корпоративного портала зависят от категории группы пользователей, имеющих различные виды доступа к информационным ресурсам территориально распределённых предприятий транспортировки газа [7, 15, 77, 82, 83, 84, 85, 90, 124, 140]:

- руководители по средствам корпоративного портала контролируют главные показатели работы предприятия;
- у сотрудников есть возможность быстро получить доступ к внутренней информации и приложениям;
- соседние предприятия транспортировки газа с помощью порталов эффективно взаимодействуют друг с другом, что позволяет оптимизировать объёмы поставок газа по времени, то есть корпоративный портал может являться инструментарием для планирования и прогнозирования;
- сторонние организации, каким-либо образом связанные с деятельностью территориально распределённых предприятий транспортировки газа (например поставщики оборудования) имеют возможность более эффективно отслеживать информацию, связанную с потребностью данных предприятий;
- потребители имеют возможность получать информацию о планах сезонного изменения объёмов транспортировки газа, в свою очередь, их работа с корпоративным порталом может помочь предприятиям в составлении планов и

графиков поставок газа [7, 15, 77, 84, 85, 90, 140].

Для пользователей территориально распределённых предприятий транспортировки газа (руководителей и сотрудников) на основе корпоративного портала может быть создана такая функциональность [15, 84, 85, 140]:

- библиотека документации (юридической, технической, экономической, технологической, договорной);
- система оборота внутренних заявок (например, на автотранспорт ремонтные работы, расходные материалы и т.д.);
- список сотрудников предприятия с контактными реквизитами;
- система отчетности внутреннего оперативного управления и контроля производства (отчеты по выполнению календарных планов, распределению рабочего времени сотрудников и графиков поставок газа);
- инструменты для совместной работы (проведение удалённых оперативных совещаний);
- поисковая система информации;
- служба техподдержки пользователей коммуникационной среды корпоративного портала предприятий;
- службы оповещения и новостей с персонифицированной доставкой (например, региональные новости, сообщения о чрезвычайных ситуациях, прогноз погоды, показатели деятельности компании) [15, 84, 85, 140].

Внешние пользователи портала (сторонние организации, потребители) имеют возможность получать информацию о тарифах, контактных данных, технических условиях, данных для оформления заявок, проводимых тендерах и прочей деятельности предприятий. Данные возможности помогают организовать совместное планирование, координацию работы и прогнозирование. То есть, корпоративный портал территориально распределённых предприятий транспортировки газа подразумевает интеграцию общепринятых учетных систем и систем управления взаимоотношений с клиентами

(CustomerRelationshipManagement – CRM), управления цепочками поставок (SupplyChainManagement – SCM) [15, 38, 116, 120, 140].

Естественно, это не полный список возможностей, реализация которых может иметь место в корпоративном портале территориально распределённых предприятий. Необходимо отметить, что формирование корпоративного портала - это динамичный процесс, неразрывно связанный с ходом формализации потоков информации в рамках предприятия. То есть, эффективность корпоративного портала увеличивается в соответствии с величиной его функционального наполнения [10, 15, 78, 85, 91, 117, 121, 140].

1.3 Общие функциональные аспекты построения и задачи, решаемые в корпоративных порталах

Классифицировать информационные порталы возможно согласно разным свойствам, однако зачастую их классифицируют по назначению. В настоящее время по данному свойству отличают три ключевых типа порталов [15, 82, 83, 84, 85, 140]:

1. **Общедоступные порталы** (встречаются также названия: горизонтальные или мегапорталы). Поскольку данные порталы используются самой широкой аудиторией, содержание предоставляемой ими информации и услуг носит общий характер (например, общественно-политическая информация, информация о различных социокультурных событиях и мероприятиях, электронные сообщения и реклама и т.д.). В какой-то мере такие порталы принимают на себя функции СМИ. В настоящее время нередко встречается слияние общедоступных порталов и СМИ в рамках одной компании.

2. В отличие от общедоступных, горизонтальных порталов, аудитория и функции **вертикальных порталов** значительно уже. Данные порталы функционируют в рамках отдельных, специфичных сегментов рынка. Соответственно пользователями предоставляемых ими услуг и информации

являются работающие в этом сегменте рынка. В качестве примера можно привести деятельность приложения В2С (business-to-consumer), которое могут использовать, например, туристические бюро и иные агентства, занимающиеся предоставлением услуг по бронированию гостиничных номеров и проездных билетов, туристических поездок и т.д. Порталы типа В2В (business-to-business) также являются порталами вертикального типа. Они позволяют своим клиентам координировать свою бизнес-деятельность, осуществляя совместные бизнес-процессы (например, выбор поставщиков, проведение аукционов, закупка товаров и т.д.). Следует отметить, что количество порталов подобного типа стремительно увеличивается. Это связано с активной глобализацией и «интернетизацией» современного рынка товаров и услуг.

3. В рамках одного предприятия для обслуживания потребностей его сотрудников, клиентов и партнеров функционируют **корпоративные порталы**. Иногда они именуется В2Е-порталы (business-to-employees). Корпоративные порталы предоставляют пользователям доступ к определенным сервисам и приложениям. Причем, степень «допуска» каждого пользователя находится в зависимости от статуса, роли и персонального профиля пользователя. Данный тип порталов попадает в весьма интересную категорию в плане интеграции приложений а так же осуществления корпоративной инфраструктуры. Иными словами основной особенностью корпоративного портала является строго дифференцированное и персонифицированное предоставление пользователям (внешним и внутренним) доступа к приложениям и данным предприятия (в том числе к неструктурированным данным). В задачи данного портала входит также обеспечение объединения отдельных бизнес-процессов, интеграции множества корпоративных приложений (включая приложений партнеров), предоставление полного постоянного доступа абсолютно всех пользователей (в том числе мобильных) к информационным ресурсам предприятия круглосуточно, вне зависимости от их местоположения.

В отдельных публикациях [15, 76, 82, 83, 84, 85, 91, 113, 114, 118, 128, 140] встречаются примеры классификаций корпоративных порталов, основанных на более детальном подходе. Существует типология, разделяющая порталы на [114]:

- внутренние порталы предприятия, называемые интранет-порталы (Business area portals),
- порталы принятия решений (Business intelligence portals),
- порталы групповой работы (Enterprise Collaborative Portals),
- порталы управления знаниями (Enterprise Knowledge Portals),
- порталы ролевые (Role portals), предусматривающие три модели взаимодействия – В2Е, В2С и В2В (Рисунок 1.1).

| | Портал В2Е (Business-to-Employee) | Портал В2С (Business-to-Consumer) | Портал В2В (Business-to-Business) |
|-----------------|--|--|---|
| Пользователи | Сотрудники | Заказчики – частные лица | Заказчики – юридические лица партнёры, поставщики |
| Решаемые задачи | <ul style="list-style-type: none"> • Повышение производительности труда сотрудников • Создание целостной инфраструктуры • Оптимизация потоков информации и знаний • Сокращение эксплуатационных затрат на ИС | <ul style="list-style-type: none"> • Информирование о продуктах и услугах • Создание дополнительного канала продаж • Улучшение финансовых показателей • Расширение сферы охвата бизнеса • Повышение качества обслуживания | <ul style="list-style-type: none"> • Информирование о продуктах и услугах • Организация закупок логистики • Сокращение временных издержек • Более тесное взаимоотношение с партнёрами • Взаимодействие участников проектных групп |
| Функционал | <ul style="list-style-type: none"> • Единая точка входа • Доступ к корпоративным информационным ресурсам • Доступ к документам • Публикация информации • Персонализация • Сквозной поиск • Совместная работа: <ul style="list-style-type: none"> ○ календарь ○ конференции ○ мгновенный обмен сообщениями ○ почта ○ проекты • Обучение • Обмен знаниями | <ul style="list-style-type: none"> • Информирование о продукции и услугах • Персонализация • Адаптация информации • Доступ к торговым приложениям • Совместная работа: <ul style="list-style-type: none"> ○ конференции • Сквозной поиск | <ul style="list-style-type: none"> • Совместная работа: <ul style="list-style-type: none"> ○ документы ○ календарь ○ конференции ○ мгновенный обмен сообщениями • Обмен знаниями • Контроль хода совместных проектов • Доступ к проектным документам • Персонализация • Сквозной поиск |

Рисунок 1.1 – Классификация корпоративных порталов по решаемым задачам и функциям [84, 114]

В отдельных источниках к корпоративным порталам относят и сайты, предназначенные для управления документами и данными, заполняемых страницы сайтов, но служащие только лишь с целью предоставить информацию разным группам пользователей.

Некоторые авторы выделяют «голосовые порталы», предоставляющие своим пользователям услуги через интернет и позволяющие получить доступ с помощью речевого управления или команд с клавиатуры телефона. Помимо этого в разных классификациях встречаются и «персональные порталы», позволяющие своим пользователям воспользоваться теми или иными услугами через интернет, услуги электронной почты и индивидуальных менеджеров информации [9, 12, 15, 75, 84, 38, 114, 124].

1.4 Архитектурные особенности построения корпоративного портала территориально распределённых предприятий

Корпоративный портал территориально распределённых предприятий транспортировки газа базируется на определённой архитектуре, которая охватывает некий набор продуктов, позволяющий реализовывать названные функции. В самом общем виде функциональную архитектуру такого корпоративного портала можно рассмотреть на рисунке 1.2 [15, 124, 140].

Обычно в составе корпоративного портала территориально распределённых предприятий транспортировки газа условно можно выделить **три основных функциональных уровня** [3, 7, 15, 75, 84, 116, 124, 128, 140]:

1. **Уровень базовой инфраструктуры**, в сферу ответственности которого входят такие базовые сервисы, как управление технологическими процессами, система безопасности, управление порталом и др. С технической точки зрения здесь выделяются, как правило, сервер приложений, web-сервер и сервер баз данных, или же несколько похожих серверов.

2. **Уровень интеграции приложений**, сферой ответственности которого является взаимодействие портала со всеми, имеющимися на предприятии приложениями, такими как СУБД, CRM- и ERP-системы и др.

3. **Уровень интерфейсов**, состоящий из интерфейсов для обмена информацией с автоматизированными системами управления соседних

предприятий. К этому же уровню относятся визуальные и невизуальные компоненты порталов, именуемые, как правило, портлетами. Иногда, впрочем, встречаются и другие названия (Gadgets, Pagelets, iViews и т.д.).

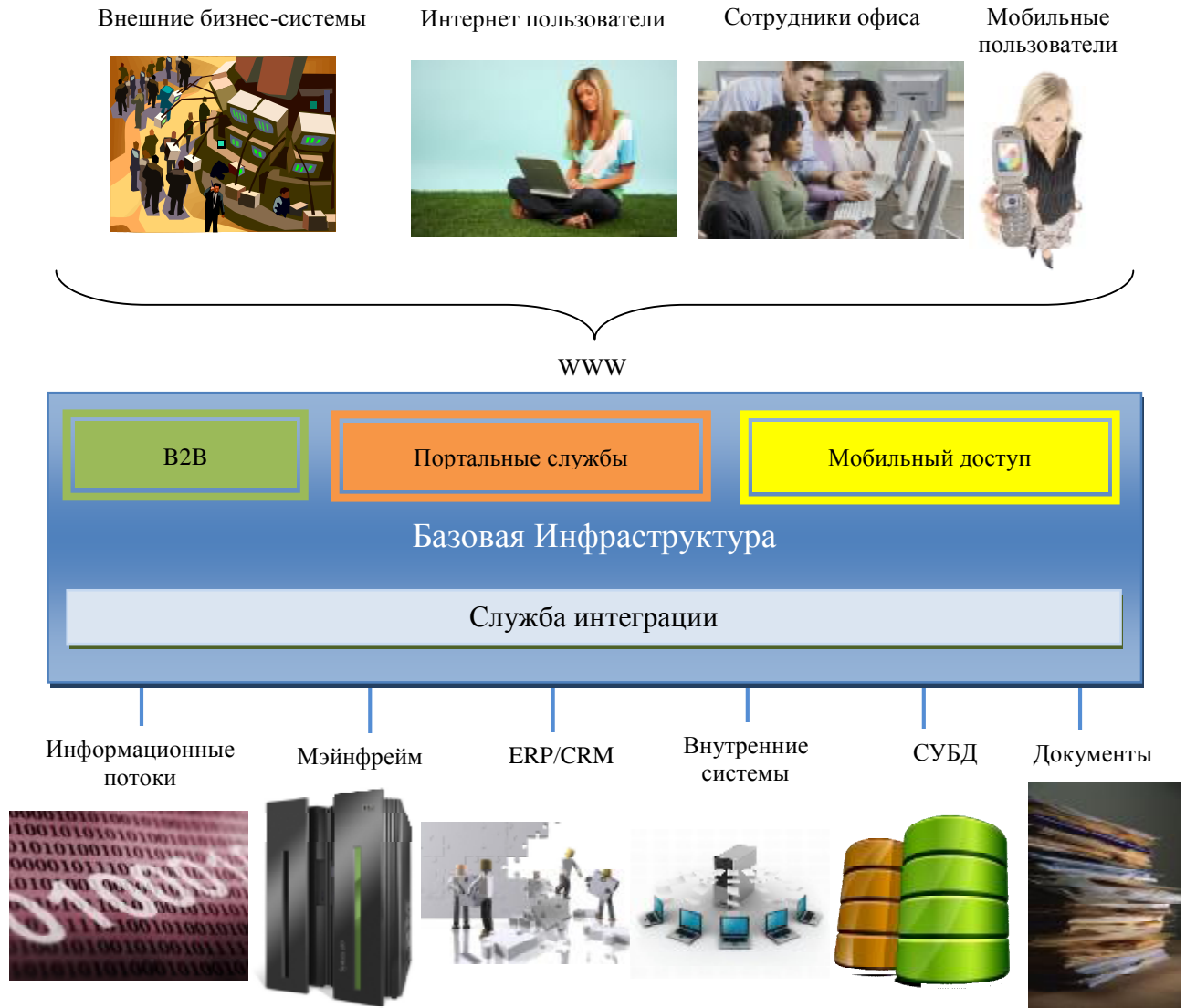


Рисунок 1.2 – Общий вид функциональной архитектуры [84, 140]
корпоративного портала

Архитектура корпоративных порталов территориально распределённых предприятий является открытой. Это позволяет расширять их опциональность по средствам включения дополнительных приложений и сторонних компонентов.

В частности, корпоративный портал территориально распределенных предприятий транспортировки газа включает в себя следующие элементы [7, 15, 79, 84, 116, 128, 140]:

- системы поиска и структуризации информации;
- система согласованного взаимодействия сотрудников;
- система управления документооборотом предприятия;
- системы автоматизации бизнес-процессов;
- система адаптации функциональной среды пользователя портала;
- системы обеспечения защиты от несанкционированного доступа;
- система базовой регистрации;

В составе функциональной структуры корпоративного портала территориально распределённых предприятий различают [7, 15, 79, 84, 116, 128, 140]:

Средства ввода и организации входной информации. «Организация» является весьма важной функцией. Одно лишь «механическое» введение информации в базу данных корпоративного портала представляется недостаточным без обеспечения последующего быстрого и удобного получения информации пользователем по интересующему его вопросу.

Системы хранения информации, помещающие всю информацию в единый неструктурированный массив, позволяют искать ее только способом OLTP (On-LineTransactionProcessing). Если сотрудник запрашивает что-либо в окне портала, то получает документы, соответствующие запросу, единым списком, поэтому ему долго приходится искать нужную информацию.

При использовании структурированного ввода и хранения информации всем входным данным (в процессе их ввода) присваиваются определенные категории. Данные категории описываются в терминах принятой на предприятии типологической системы (одно- или многомерной). В таком случае требуемые данные легко извлекаются методами OLAP (OnLineAnalyticalProcessing, анализ данных в реальном времени). Их можно извлечь и без использования поисковых

запросов, только по принятому каталогу (одномерному или многомерному). Следует подчеркнуть, что в интернете в последнее время также стали создаваться поисковые системы, использующие принципы категоризации информации [3, 7, 15, 38, 58, 77, 84, 116, 128, 140].

Проблема ввода и организации входной информации заслуживает особого внимания, поскольку качество выдачи информации потребителю напрямую зависит от того, как данная информация была введена. Если информация не была введена структурированно, то возможности улучшения качества выдачи информации весьма ограничены. Как правило, для исправления ситуации необходим повторный ввод всех данных.

Средства надежного хранения информационных данных [140].

Надежность хранения информационных данных зависит от следующих основных параметров:

- применяемая база данных;
- разграниченный доступ;
- защита от несанкционированного доступа.

Во вновь формируемых корпоративных порталах территориально распределенных предприятий нередко используются хорошо показавшие себя базы данных MSSQL Server и Oracle [15, 38, 55, 73, 84, 85, 116, 128, 140].

Самое пристальное внимание уделяется дифференцированному подходу к доступу к информационным данным. Отдельный пользователь располагает возможностью при помощи своего собственного меню видеть только те разделы, и получать только те сведения, к которым он имеет допуск. При этом на портале регистрируются и документируются все действия каждого пользователя [140].

Корпоративный информационный портал территориально распределенных предприятий, как правило, разграничен на две составляющие (Рисунок 1.3) [15, 38, 55, 74, 78, 84, 85, 116, 128, 140]:

- внутренний портал (интранет), содержащий конфиденциальные сведения, допуск к которым имеется лишь у ограниченного числа пользователей. В

данном случае используется корпоративная локальная сеть.

- внешний портал (интернет), содержанием которого являются публичные, общедоступные сведения. Для их передачи используется интернет.

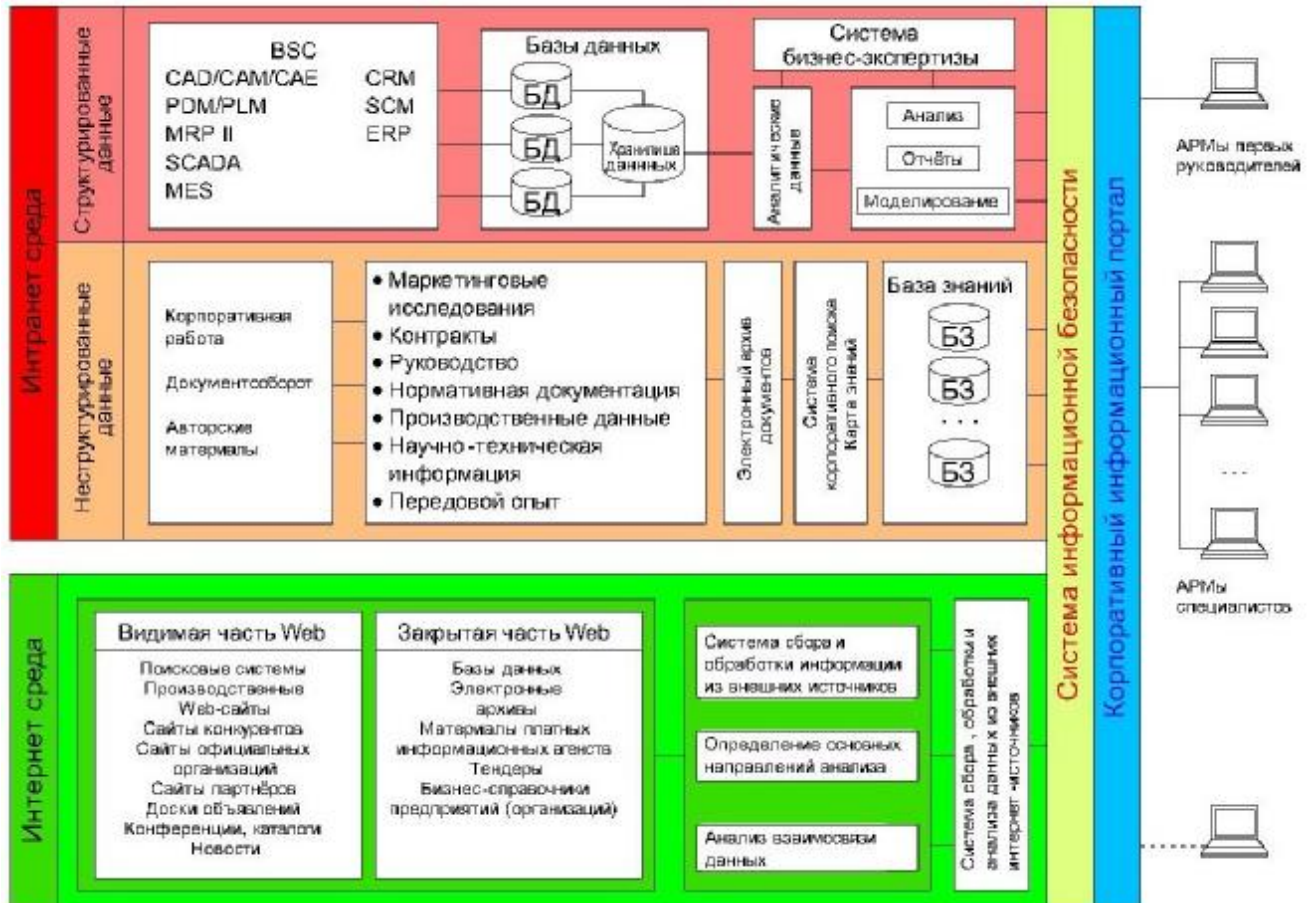


Рисунок 1.3 – Архитектура корпоративного портала [84]

Средства обработки информационных ресурсов. В зависимости от требований, предъявляемых к хранящейся информации, формируются разные виды извлечения и обработки информации [140]:

- выдача данных по средствам многомерного каталога;
- системы полнотекстового поиска;
- системы BusinessIntelligence (BI – бизнес-интеллект);
- системы OLAP (On-LineAnalyticalProcessing – интерактивной аналитической обработки).

Приложения. Инструментом пользователя в системе корпоративного портала территориально распределенных предприятий является обычный браузер. Он предназначен для обеспечения доступа к страницам в необходимом формате.

Некоторые порталы предоставляют пользователю возможность настроить персональную веб-страничку, исходя из личных потребностей.

Система обеспечения безопасности. Данная система включает в себя, как правило, типичные защитные меры, например: электронная цифровая подпись, задание пароля, присваивание идентификатора, криптографическое кодирование, и т.д [140].

Приложения систем управления знанием (KnowledgeManagement) – средства, при помощи которых производится структурирование и категоризация неучтенных данных. Данные средства позволяют создавать удобные механизмы доступа к ним, а при использовании специальных аналитических методов – подготавливать отчеты о собранной информации. Принципиальная схема работы этих средств [83]: аннотирование существующих документов, формирование метаданных и их размещение в хранилище информации вместе с ссылками на исходный документ [140].

Репозиторий – база метаданных о информационных ресурсах предприятия, сотрудниках, и т.д. Метаданные описывают тип объекта, соответствующий раздел, формат документа, его содержание [140].

Подсистема публикаций и подписки даёт возможность сотрудникам размещать свои документы и получать доступ к интересной информации из внешних источников [140].

Механизмы анализа и планирования (EnterpriseResourcePlanning – ERP). Системы ERP представляют собой определенный набор интегрированных приложений. Данные приложения поддерживают в общем информационном пространстве. Сюда относятся: планирование ресурсов предприятия, учета и анализа результатов деятельности, оперативное управление производством. При этом, абсолютно все элементы планирования и анализа в ERP разделены на функциональные модули [140].

Модуль CRM – CustomerRelationshipManagement (может входить в систему ERP), позволяет сформировать информационную базу с данными о потребителях,

службу информационной поддержки, настраивать портал для удобства потребителей. Предприятие газотранспортное предприятие может также производить анализ потребности в газе, в зависимости от температуры воздуха, сезонности, времени суток и других факторов [140].

Таким образом, в процессе функционирования корпоративного портала территориально распределённых предприятий транспортировки газа можно выделить несколько фаз [15, 82, 83, 84, 85, 124, 140]:

1. сначала из разнообразных источников в портал поступает информация (производственные данные в том числе);

2. с помощью средств портала производится первичное ее распознавание и предоставляется доступ пользователям;

3. с помощью систем управления знаниями происходит формирование метаданных;

4. метаданные подвергаются анализу с помощью правил, установленных пользователем, и предоставляются в виде, необходимом для принятия решений.

Особенно необходимо отметить тот факт, что корпоративный портал – это «платформонезависимое» решение. Работу корпоративного портала можно обеспечить при наличии компьютеров любых типов, с любыми операционными системами, вплоть до сотовых телефонов и других современных гаджетов. Единственное требование – возможность подключения к интернету [15, 82, 83, 84, 85, 116, 124, 128, 140].

1.5 Эволюция программного обеспечения корпоративных порталов

1998 год принято считать годом начала эры корпоративных порталов. Именно тогда сотрудники компании Merrill Lynch Кристофер Шайлак и Джулия Тилман ввели в обиход данный термин и определили корпоративные информационные порталы (Enterprise Information Portal – EIP) как «приложения, которые позволяют компаниям раскрывать информацию, хранящуюся внутри и

вне организации, и предоставить каждому пользователю единую точку доступа к предназначенной для него информации, необходимой для принятия обоснованных управленческих решений» [140].

Вначале порталы представляли собой некие полнофункциональные версии, ориентированные на контент, которые предоставляли «возможности управления контентом, агрегирование контента, поиск, индексирование, рубрицирование, персонализацию и прочее» (Рисунок 1.4) [84].



Рисунок 1.4 – Эволюция программного обеспечения корпоративного портала [84]

Для порталов второго поколения характерно наличие достаточно ограниченных рамок в возможностях совместной работы и поддержки мобильного/беспроводного доступа.

Возможности решения порталов третьего поколения усилены наличием унифицированной платформы.

Основные требования, предъявляемые первым двум поколениям корпоративных порталов, были сформулированы аналитической компанией Gartner Group на основе проведенных исследований. В соответствии с

результатами исследований, к первому поколению относятся корпоративные порталы, обладающие следующими возможностями [15]:

- поиск и индексирование широкого набора информационных репозитариев;
- категоризация информационного наполнения;
- управление информационным наполнением и его агрегация;
- персонализация;
- высокоэффективная разработка приложений и возможности интеграции с другими приложениями.

Второе поколение корпоративных порталов, используемых в качестве составляющей части электронного бизнеса, дополнительно должно соответствовать следующим требованиям [15]:

- надежная среда реализации приложений;
- мощные и гибкие инструменты разработки приложений;
- широкие возможности в области интеграции приложений;
- соответствие требованиям к информационным системам масштаба предприятия;
- поддержка интеграции с другими приложениями и информационными системами партнеров;
- поддержка мобильного/беспроводного доступа к данным.

1.6 Постановка задачи исследования

Первая глава посвящена анализу процессов обмена и обработки данных в среде корпоративного портала территориально распределённых предприятий.

Корпоративные порталы являются основой для приложений территориально распределённых предприятий транспортировки газа и могут использоваться для внешних и внутренних целей. Установлено, что современные технические решения по построению корпоративных порталов территориально

распределённых предприятий транспортировки газа базируются, как правило, на единой унифицированной платформе [7, 15, 81-85, 90-93, 115, 124, 128, 140].

Масштабы корпоративного портала территориально распределённых предприятий базируются на крупных комплексах средств автоматизации, интегрирующих в единой информационной системе внутренние системы территориально распределённых филиалов (то есть автоматизированные системы управления и документооборота отдельных предприятий) или имеющих единую систему управления и документооборота, находящуюся расположенную на защищенном удалённом сервере [82-85].

Установлено, что корпоративные порталы территориально распределённых предприятий бурно развиваются и являются многопользовательской средой, позволяющей решать различные задачи, связанные с управлением современной компанией, а именно: автоматизировать работу территориально распределённых предприятий, работу с клиентами, поставщиками и партнерами, и требуют достаточно развитых средств обмена данными [5, 15, 38, 82-85, 124, 128, 140].

Определены услуги и архитектурные компоненты, позволяющие реализовать корпоративный портал территориально распределённых предприятий транспортировки газа. Такие порталы предоставляют ряд необходимых услуг: возможность поиска, включая систему индексации; возможность персонализации; интеграцию приложений с помощью промежуточного программного обеспечения; мощную реляционную базу данных [9, 15, 75, 82-85, 124, 128, 140].

Определено, что процесс работы в корпоративном портале территориально распределённых предприятий транспортировки газа может быть представлен в виде нескольких фаз: сначала из разнообразных источников в портал поступает информация (производственные данные в том числе); с помощью средств портала производится первичное ее распознавание и предоставляется доступ пользователям; с помощью систем управления знаниями происходит формирование метаданных; метаданные подвергаются анализу с помощью правил, установленных пользователем, и предоставляются в виде, необходимом для принятия решений [3,

7, 15, 75, 82-85, 116, 124, 128, 140].

Основной проблемой управления транспортом газа, связанной с рациональным использованием информации в корпоративных порталах, является её анализ и накопление в распределенных базах данных. Необходимо отметить, что речь идет не об отдельных показаниях датчиков или значениях некоторых параметров, а об общем представлении процесса транспорта газа. Такая информация попадает в распоряжение производственно-диспетчерских служб в виде табличных форм отчетов, которые достаточно сложно поддаются анализу [124].

До настоящего времени управление газотранспортной системой осуществляется на основании интуиции и опыта специально подобранных и обученных диспетчеров. Именно диспетчеру приходится обеспечивать нормальное функционирование предприятия транспортировки газа на протяжении всего дежурства, а при необходимости принимать правильные решения по ликвидации внештатных ситуаций [124].

ГЛАВА 2. АЛГОРИТМ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ ОБМЕНА И ОБРАБОТКИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ДАННЫХ В СРЕДЕ КОРПОРАТИВНОГО ПОРТАЛА

2.1 Предпосылки к введению дополнительных функций обмена и обработки данных

Развитие средств обмена и обработки производственных данных в среде корпоративного портала территориально распределённых предприятий осуществляется в направлениях все более полного удовлетворения требований, выдвигаемых пользователями корпоративного портала, и улучшения характеристик передачи информации в сквозных трактах от отправителя до получателя [8, 42, 49, 71, 103, 105, 109].

Первое направление проявляется в расширении сферы дополнительных услуг, которые могут быть созданы для пользователей, обменивающихся информацией в определенном режиме (ДОСТАВКА, ДИАЛОГ, ЗАПРОС – ОТВЕТ). Такими услугами, представляющими наибольшее значение при рассмотрении среды корпоративного портала территориально распределённых предприятий, являются [103, 105, 109]:

- образование замкнутых групп пользователей в конкретной среде корпоративного портала;
- хранение массивов данных пользователей в оборудовании элементов среды корпоративного портала;
- предварительное согласование между пользователями пропускной способности сквозного тракта передачи информации;
- регулирование доступа к пользователям – получателям информации или доступа к исходящему трафику;
- обеспечение возможности оплаты (тарификации) за информацию, передаваемую через среду корпоративного портала.

Второе направление проявляется во введении специальных процедур обмена и обработки производственных данных, предназначенных для [103, 105, 109]:

- сокращения времени доставки информационных массивов;
- улучшения степени использования пропускной способности каналов обмена и обработки производственных данных;
- регулирования информационного потока, вводимого в среду корпоративного портала с целью улучшения вероятностно-временных характеристик передачи;
- установления целесообразных параметров обмена и обработки производственных данных – длины поля данных пользователя в информационном массиве, «глубину» тракта передачи, в пределах которого нумеруются массивы, величины цикла нумерации и др.

Не исключаются факторы, общие для обоих направлений. Например, предварительное согласование пропускной способности косвенно связано с регулированием информационного потока. В практике создания средств обмена и обработки производственных данных в среде корпоративного портала территориально распределённых предприятий в наибольшей мере проработан комплекс услуг для пользователей при ориентации на принцип коммутации пакетов, поэтому в дальнейшем основное внимание уделяется рассмотрению комплекса услуг на базе этого принципа [103, 105, 109].

Отмеченные специальные процедуры управления и процедуры, реализующие услуги для пользователей среды корпоративного портала территориально распределённых предприятий, выходят за рамки операций, минимально необходимых для организации обмена и обработки протокольных примитивов, однако, как свидетельствует опыт создания современных корпоративных порталов, разработанных по принципу коммутации пакетов, их значение постоянно возрастает, в первую очередь, на сетевом и транспортном уровнях архитектуры ВОС. Средством же воплощения процедур является аппарат

дополнительных (факультативных) функций (ДФ), предоставляемых пользователям [8, 42, 49, 71, 103, 105, 109].

Согласно принятой терминологии, оконечное оборудование пользователя обозначается символом DTE, а граница среды корпоративного портала предприятия – символом DCE. Соответствующие стыки и сквозной тракт изображены на рисунке 2.1.

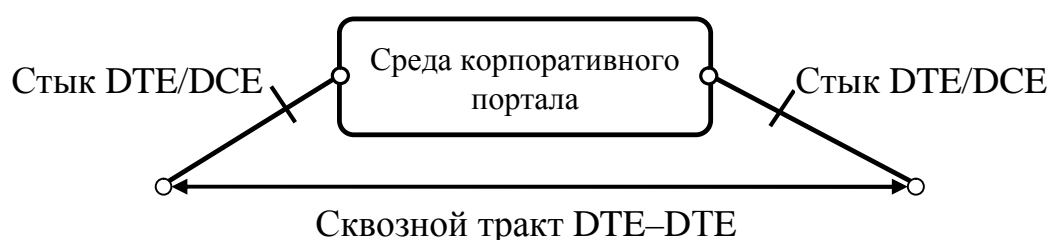


Рисунок 2.1 – Стыки и сквозной тракт среды корпоративного портала предприятия

Обычно в алгоритмах обмена и обработки данных среды корпоративного портала территориально распределённых предприятий дополнительные функции группируются по признаку, определяемому использованием в коммуникационной среде портала возможных служб передачи пакетов, а именно, служб постоянных виртуальных каналов (ПВК), виртуального вызова (ВВ) и датаграммной (ДТ) службы [36, 103, 105, 109, 122].

2.2 Дополнительные функции при использовании постоянных виртуальных каналов и виртуального вызова

Службы ПВК и ВВ в среде корпоративного портала территориально распределённых предприятий транспортировки газа вводятся, главным образом, для организации обмена и обработки производственных данных (в первую очередь речи и данных) при жестких требованиях ко времени ее доставки (режимы ЗАПРОС – ОТВЕТ, ДИАЛОГ), поэтому назначение ряда ДФ состоит в

создании условий, наиболее благоприятных для быстрой доставки пакетов. К ним относятся [103, 105, 109]:

1) **Переговоры о параметрах управления потоком.** Данная ДФ инициируется со стороны DTE в процессе установления ВК, признак ее включается в пакет ЗАПРОС ВЫЗОВА. Ответ DTE, соответствующего пользователю среды корпоративного портала – получателю, при необходимости содержится в пакете ВЫЗОВ ПРИНЯТ. Параметрами управления потоком в конкретном направлении передачи являются максимальная длина поля пользователя в пакете (размер пакета) и размер окна, определяющего максимальное число неподтвержденных пакетов.

2) **Переговоры о классе пропускной способности,** также инициируемые при передаче пакета ЗАПРОС ВЫЗОВА. Как и в предыдущем случае, ответная служебная информация может содержаться в пакете ВЫЗОВ ПРИНЯТ, а при ее отсутствии пропускная способность данного направления задается значением, зафиксированным в пакете ЗАПРОС ВЫЗОВА.

3) **Нестандартные размеры пакета,** принимаемые из ряда значений, согласованных с администрацией корпоративного портала. Функции последней выполняются специальной управляющей программой или персоналом управления. Данная ДФ позволяет согласовывать размер пакета с длиной информационного массива, характерной для конкретной категории обслуживания среды корпоративного портала. В ее отсутствие размер пакета принимается равным 128 октетам. Другие значения могут быть определены для службы ВВ с помощью ДФ 2), а для службы ПВК – согласованы на определенный период.

4) **Быстрая избирательная передача.** Эта ДФ запрашивается DTE в пакете ЗАПРОС ВЫЗОВА и разрешает включение данных пользователя с длиной поля не выше 128 октетов в пакеты ВЫЗОВ ПРИНЯТ, СОЕДИНЕНИЕ УСТАНОВЛЕНО и ИНДИКАЦИЯ РАЗЪЕДИНЕНИЯ. Целесообразность направления пакета ЗАПРОС РАЗЪЕДИНЕНИЯ с данными пользователя подлежит дальнейшему изучению. Включение же данных пользователя в пакет

ЗАПРОС ВЫЗОВА допускается в службе ВВ и без обращения к указанной ДФ. Применение ДФ 4) позволяет уменьшить время доставки пакета и сократить время занятия виртуального канала, причем выигрыш, существенно возрастает при введении значительной выдержки времени реакции пользователя корпоративного портала на поступивший пакет. Естественную сферу применения этой ДФ составляют службы обмена и обработки производственных данных в интерактивных режимах.

5) **Принятие процедуры быстрой избирательной передачи.** Данная ДФ позволяет передать в адрес DTE пакет ВХОДЯЩИЙ ВЫЗОВ с признаком этой передачи, если такая возможность реализуется. В противном случае DCE не направляет пакет ВХОДЯЩИЙ ВЫЗОВ.

6) **Модификация D-бита.** Эта ДФ применима только по отношению к тем DTE, которые используют нумерацию пакетов не на стыке DTE/DCE, а в сквозном тракте среды корпоративного портала, и первоначально функционировали в условиях локальной сети. При помощи указанной ДФ для DTE создаются условия для работы в территориальной сети путем присвоения определенных значений биту первого октета заголовка пакетов, используемых для формирования виртуального канала, и пакетов DTE ДАННЫЕ, DCE ДАННЫЕ. Ряд ДФ предусматривается для применения в службах ПВК, ВВ и ДТ.

7) **Повторная передача пакета.** Данная ДФ дает DTE право запросить у DCE повторную передачу одного или последовательности пакетом путем передачи через интерфейс DTE/DCE пакета DTE ОТКЛОНЕНИЕ, содержащего признаки логического канала и номер P(R) запрашиваемого пакета. Получив этот пакет, DCE повторно передает пакет (последовательность пакетов) начиная с номера P(R). Могут быть переспрошены любые пакеты, доставка которых контролируется алгоритм управления потоками данных в среде корпоративного портала.

8) **Расширенная нумерация последовательности пакетов.** В рамках форматов пакетов, допускается переход от цикла нумерации 8 к циклу 128 за счет

расширения формата пакетов, содержащих номера P(R) и P(S). Эта процедура позволяет управлять временем доставки пакета и использованием пропускной способности сквозного тракта DTE–DTE или на стыке DTE–DCE. Сфера применения данной ДФ определяется использованием каналов с большим временем распространения сигналов (например, радиоканалов через искусственные спутники земли) или высокоскоростных каналов применительно ко всем службам обмена и обработки производственных данных в среде корпоративного портала.

9) **Нестандартные размеры окна** при обмене и обработке протокольных примитивов на стыке DTE–DCE или в сквозном тракте DTE–DTE. Они устанавливаются из списка значений, согласованных предварительно с администрацией корпоративного портала. Другие значения могут быть введены путем применения ДФ 1). Сферой целесообразного включения ДФ 9) являются, например, обмен и обработка высокоскоростных видео и голосовых производственных данных.

10) **Назначение классов пропускной способности**, выходящих за рамки классов, регламентируемых ДФ 2). Они выбираются из специального списка, который согласуется с администрацией корпоративного портала. Потребность в ДФ 10) может возникнуть при большом спектре объемов информационных массивов, характерных для отдельных служб среды корпоративного портала.

Дополнительные функции 1) –10) в той или иной степени ассоциируются со специальными процедурами, направленными на улучшение характеристик обмена и обработки производственных данных в пределах определенной совокупности служб и конкретных режимов передачи информации. Назначение рассматриваемых далее возможностей 11) –17), также предусматриваемых для применения в службах передачи пакетов ПВК, ВВ и ДТ, состоит в создании известных услуг для пользователей среды корпоративного портала.

11) **Запрещение входящих вызовов**, распространяющееся как на пакеты вызова, так и на пакеты службы доставки пакетов, следующие в адрес некоторого DTE через стык DCE/DTE из среды корпоративного портала.

12) **Запрещение исходящих вызовов**, распространяющиеся на пакеты вызова и доставки пакетов, исходящие из DTE в среду корпоративного портала через стык DTE/DCE.

13) **Односторонний исходящий логический канал**. Данная ДФ ограничивает применение некоторого логического канала только для обслуживания входящих виртуальных вызовов или доставки пакетов. При этом логический канал, используемый в службе ВВ, сохраняет способность организации дуплексного обмена производственными данными, а канал, используемый в службе ДП, доставлять служебные пакеты информации.

14) **Односторонний входящий логический канал**. Данная ДФ ограничивает применение конкретного логического канала только обслуживанием входящих виртуальных вызовов или доставки пакетов. Логический канал, используемый в службе передачи пакетов ВВ, сохраняет способность организации дуплексного обмена производственными данными применительно к любой категории обслуживания среды корпоративного портала. Если ДФ 13) и 14) распространяются на все логические каналы службы ВВ и ДП, исходящие или входящие в DTE на стыке DTE/DCE, то они трансформируются соответственно в ДФ 11) и 12).

15) **Замкнутая группа пользователей (ЗГП)**. Эта ДФ предоставляет широкий спектр услуг пользователям средств среды корпоративного портала, оконечное оборудование которых на сетевом уровне средств обмена и обработки производственных данных функционирует по принципу ПВК или ВВ. Это назначение состоит в образовании групп пользователей. Причем, DTE, принадлежащее некоторой группе, может обмениваться информацией с DTE той же группы, но взаимодействие с другими DTE запрещается. Запрос на образование замкнутой группы со стороны DTE в общем случае включается в

пакет ЗАПРОС ВЫЗОВА (служба ВВ) или DTE ДОСТАВКА ПАКЕТОВ (служба доставки пакетов). Индикация запроса со стороны DCE осуществляется пакетами ВХОДЯЩИЙ ВЫЗОВ и DCE ДОСТАВКА ПАКЕТОВ. DTE может принадлежать известному множеству замкнутых групп. Образование ЗГП является одним из атрибутов верхнего уровня любой телеслужбы среды корпоративного портала. Поскольку эта ДФ является одной из важнейших в комплексе услуг, предоставляемых пользователям среда корпоративного портала, ее модификации детально рассматриваются в главе 4.

16) Реверсивная тарификация.

17) Принятие реверсивной тарификации.

Две последние ДФ обеспечивают выполнение процедур, связанных со взиманием платы за передаваемую информацию в среде корпоративного портала. ДФ 17) позволяет DCE направить в адрес DTE пакет ВХОДЯЩИЙ ВЫЗОВ или датаграммы, которые содержат запрос возможности 16) со стороны DTE-инициатора [8, 36, 42, 49, 71, 105, 122].

2.3. Дополнительные функции применительно к передаче датаграмм

Рассматриваемые далее ДФ не обусловлены предварительным резервированием вычислительных ресурсов DTE или выяснением способности DTE реализовать конкретную возможность [29, 31, 71, 103, 105, 109].

18) **Сокращенный адрес** – допускается сокращенное представление адресов DTE по согласованию между администрацией корпоративного портала и пользователями, принадлежащими определенной службе обмена и обработки производственных данных. Эффект сокращенного представления значителен в службах, ориентированных на передачу многоадресных информационных массивов, например, в случае доставки многоадресных датаграмм в службе передачи датаграмм.

19) **Выбор длины очереди датаграмм** – позволяет установить число датаграмм, включающих данные пользователя, и служебных датаграмм, которые могут быть накоплены в буфере DCE, когда интенсивность процесса поступления пакетов в DCE превышает интенсивность процесса доставки пакетов в адрес DTE получателя.

20) **Логический канал для служебных датаграмм** – обеспечивает отдельный логический канал DTE для служебных датаграмм и тем самым особый алгоритм управления потоком таких пакетов.

21) **Указание о недоставке датаграммы.**

22) **Подтверждение доставки датаграммы.**

Возможности 21) и 22) определяют служебные датаграммы, которые направляются с целью индикации недоставки или подтверждения доставки в DTE назначения датаграммы, содержащей данные пользователя. ДФ 18) способствует более эффективному использованию пропускной способности каналов обмена и обработки производственных данных, особенно при передаче многоадресных датаграмм.

Все рассмотренные ДФ устанавливаются на определенный период времени на основе соглашений между администрацией корпоративного портала и пользователями, а ДФ 21) и 22), кроме того, путем включения соответствующих признаков в датаграммы, содержащие данные пользователя. Кроме указанных ДФ, в перспективных корпоративных порталах следует ожидать применения следующих наиболее существенных функций:

23) **Назначение уровней приоритета датаграмм** применительно, главным образом, к передаче многоприоритетных информационных массивов в условиях службы передачи датаграмм.

24) **Многоадресная или циркулярная передача датаграмм.**

25) **Задержанная доставка датаграмм.**

Две последние ДФ в значительной степени ориентированы на режим ДОСТАВКА службы передачи датаграмм и обеспечивает передачу независимых

информационных массивов при отсутствии жестких требований ко времени их пребывания в среде корпоративного портала.

26) Прерывание датаграмм в процессе передачи. Данная ДФ целесообразна в условиях, когда средства обмена и обработки производственных данных в среде корпоративного портала осуществляют обслуживание датаграмм, относящихся к различным службам обмена и обработки производственных данных и отличающихся друг от друга требованиями к времени пребывания в среде корпоративного портала. При этом обслуживание определенной датаграммы может быть прервано при поступлении датаграммы, имеющей более высокий приоритет.

27) Доставка датаграмм в адрес DTE-получателя с заданной степенью скрытности.

28) Изменение маршрута следования датаграмм. Эта ДФ применяется, если в процессе обработки информации выявляется необходимость переадресации ранее переданного информационного массива.

2.4 Дополнительные функции и вычислительные ресурсы среды корпоративного портала

Дополнительные функции, предоставляемые пользователям среды корпоративного портала территориально распределённых предприятий транспортировки газа, реализуются за счет известных затрат вычислительных ресурсов среды корпоративного портала [42, 43, 103, 105, 109]. В качестве таких вычислительных ресурсов рассматриваются:

- пропускная способность каналов данных среды портала;
- производительность оборудования средств обмена и обработки производственных данных среды корпоративного портала;
- память различных иерархических уровней оборудования среды корпоративного портала.

Основной причиной потерь пропускной способности каналов являются дополнительные октеты, содержащие признаки ДФ, которые включаются в заголовок пакета. Классы форматов для кодирования признаков ДФ представлены на рисунке 2.2.

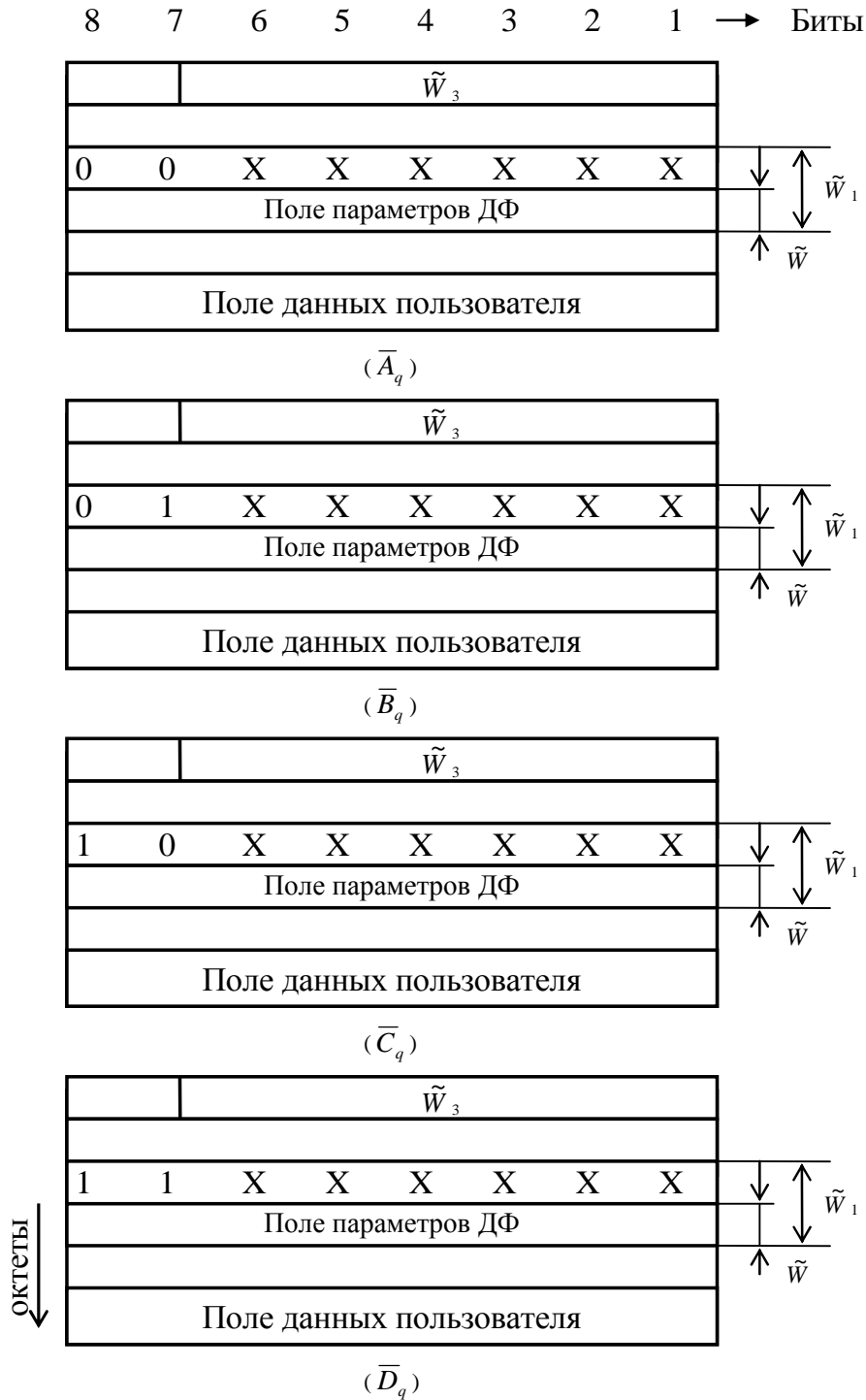


Рисунок 2.2 – Классы форматов для кодирования признаков ДФ

Во всех случаях первый октет поля \tilde{W}_1 битами 8 и 7 определяет класс формата, биты X образуют код \bar{a} конкретной ДФ. Класс \bar{A}_q соответствует полю \tilde{W}_2 параметров ДФ, состоящему из одного октета, \bar{B}_q – двух, \bar{C}_q – трех октетов, класс \bar{D}_q соответствует переменной длине поля \tilde{W}_2 . Указанные дополнительные октеты могут вводиться в заголовки пакетов ЗАПРОС ВЫЗОВА, ВХОДЯЩИЙ ВЫЗОВ, СОЕДИНЕНИЕ УСТАНОВЛЕНО, ЗАПРОС РАЗЪЕДИНЕНИЯ, DCE ДАТАГРАММА и DCE ДАТАГРАММА. Кроме того, в заголовки этих же пакетов включается последовательность \tilde{W}_3 УКАЗАТЕЛЬ ДЛИНЫ ПОЛЯ ДФ для всей совокупности возможностей, реализуемых применительно к данному пакету.

Во всех классах, за исключением \bar{D}_q возможны 64 различных кода a , в классе \bar{D}_q код 11111111 используется для расширения \bar{a} . Здесь октет, следующий за этой последовательностью, задает расширенный код \bar{a}' данной ДФ, причем допускается многократное повторение кода 11111111 и тем самым любое расширение кода \bar{a} . Специальная комбинация, состоящая из двух октетов, разрешается с целью отделения запросов ДФ 1) – 22), от ДФ 23) – 28) и других, которые выходят за ее рамки и могут быть предложены Администрацией корпоративного портала. Наконец, специальными маркерами можно разделить запросы на ДФ, предлагаемые сетью, связанной с DTE-отправителем пакетов ЗАПРОС ВЫЗОВА или DTE ДАТАГРАММА, и сетью, связанной с DTE-получателем пакетов.

Длина \tilde{L} поля \tilde{W}_2 варьируется в зависимости от содержательности признаков различных ДФ. В частности, минимальное значение \tilde{L} , равное одному биту, требуется для описания ДФ 21) или 22) для датаграмм (0 – отсутствие ДФ, 1 – её принятие). Поэтому поле \tilde{W}_2 применительно к обоим ДФ целесообразно распределить в различных битах одного октета при общем коде α . Аналогичный подход правомерен и в отношении ДФ 4) и 16), различие состоит лишь в том, что поле \tilde{W}_2 для ДФ 4) занимает два бита.

В ДФ 1) поле \tilde{W}_2 для определения размера окна или длины пакета состоит всегда из двух октетов. Каждый из них соответствует параметру в конкретном направлении передачи от вызывающего или вызываемого DTE, причем одного октета достаточно и в случае расширения цикла нумерации пакетов до значения 128. В ДФ 2) для определения класса пропускной способности обоих направлений в диапазоне 75 – 48000 бит/с достаточно двух полуоктетов и, следовательно, поле \tilde{W}_2 не превышает одного октета. Во многих же других случаях, например, при введении ДФ 25), поле \tilde{W}_2 может состоять из существенно большего числа октетов. Помимо загрузки каналов обмена и обработки производственных данных, передачей дополнительных служебных октетов, влияние поля дополнительных функций при большом числе ДФ и/или значительной суммарной длине полей \tilde{W}_1 , соответствующей всем ДФ, включаемым в пакет, проявляется таким образом, что пакет оказывается необходимым размещать в нескольких кадрах. Это, в свою очередь, требует введения дополнительных служебных битов с целью реализации алгоритмов разборки и сборки пакета из отдельных кадров. С другой стороны, при использовании ДФ 3) – 5), 9), 10) за счет включения в заголовок пакета дополнительных октетов поля ДФ достигается определенное улучшение коэффициента использования пропускной способности. Соотношение между этими противоречивыми факторами зависит от конкретной ДФ и структуры среды корпоративного портала (например, числа последовательных участков коммутации пакетов в пределах сквозного тракта, в котором ДФ реализуется).

Затраты производительности вычислительных ресурсов среды на обработку полей \tilde{W}_1 и \tilde{W}_3 в общем случае имеют место только в DCE, так, как в транзитных узлах анализируются лишь признаки заголовка пакета, относящиеся к адресации и номеру логического канала. Следовательно, вес этих затрат в суммарной загрузке вычислительных ресурсов среды корпоративного портала тем выше, чем меньше последовательных участков включает сквозной тракт среды корпоративного

портала, и является максимальным, например, при обмене и обработке пакетов в ЗГП без выхода в открытую зону среды корпоративного портала.

Естественно предположить, что обработка служебной информации, относящейся к ДФ, зафиксированным в пакете, осуществляется по схеме рисунка 2.3, где i – номер некоторой ДФ, L^0 – длина поля всех ДФ, указанная в последовательности \tilde{W}_3 .

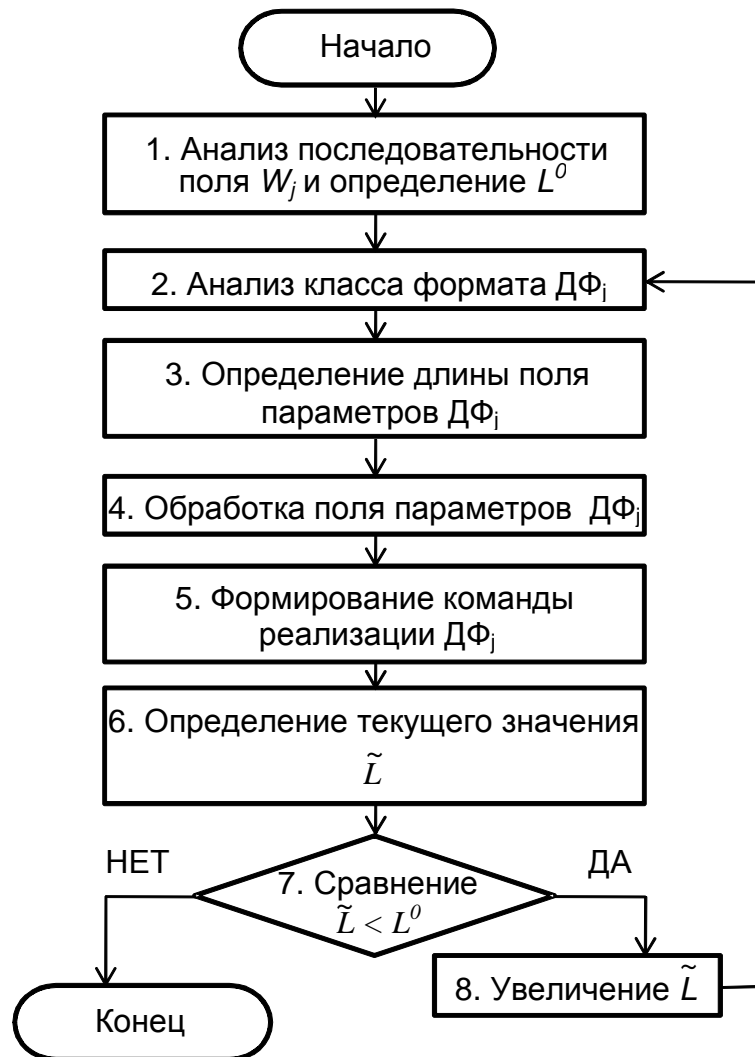


Рисунок 2.3 – Процедура обработки служебной информации

Все операции выполняются применительно к битовой форме представления информации, что требует достаточно частых обращений к процессору обработки. Если пакет содержит признаки $D\Phi_1 \dots \dots D\Phi_N$, то среднее число необходимых команд в единицу времени для данного логического канала в процессоре обработки оценивается как:

$$F = 2 \left(\sum_{i=1}^{\bar{N}} I_i \sum_{j=1}^{\bar{k}} f_{ij} \theta_j + F_0 \right), \quad (2.1)$$

где I_i – интенсивность обращений к ДФ $_i$, f_{ij} – среднее число операций (типа $j = 1 \dots \bar{k}$) при обработке признаков ДФ $_i$, θ_j – среднее число команд, необходимых для реализации операции типа j , F_0 – составляющая затрат, обусловленная анализом последовательности \tilde{W}_3 , а также сравнением длины \tilde{L} проанализированной части поля ДФ пакета со значением L^0 .

При реализации других ДФ дополнительная память в DCE необходима только для выполнения операций со служебной информацией, содержащейся в поле W_1 каждой ДФ, и для хранения управляющих данных, формируемых после обработки поля W_2 . Этими данными могут быть множество адресов ДТЕ, принадлежащих к некоторой ЗГП, класс пропускной способности для известного логического канала, признак сокращенной адресации и другие признаки ДФ.

Дополнительные затраты всех рассмотренных вычислительных ресурсов среды корпоративного портала территориально распределённых предприятий транспортировки газа могут иметь место при искажениях признаков ДФ, обнаруживаемых соответственно средствами среда корпоративного портала или пользователя [21, 32, 35, 44, 103, 105, 109].

2.5 Модель целочисленного программирования для оптимизации ряда дополнительных функций

Так как реализация каждой ДФ сопровождается определенными затратами вычислительных ресурсов, то в практике создания средств обмена и обработки производственных данных среды корпоративного портала распределённых предприятий предприятия возникает задача оптимизации ряда ДФ с учетом ограничений на отдельные вычислительные ресурсы [103, 105, 109]. Так как рассмотренные ДФ характеризуются широким спектром применения, естественно поставить задачу для некоторого ограниченного множества ДФ, ориентированных

на использование в рамках заданной службы связи и совокупности атрибутов. Предположим, что данное множество $\{G\}$ содержит \bar{M} возможностей, и введем целевую функцию

$$Z = \sum_{k=1}^{\bar{M}} \beta_k \eta_k \tilde{R}_k, \quad (2.2)$$

где $\tilde{R}_k > 0$ – количественная мера эффективности реализации ДФ_k;

h_k – коэффициент, позволяющий при необходимости привести различные \tilde{R}_k к универсальной мере, характер которой зависит от службы обмена и обработки производственных данных и режима передачи, а также доминирующего требования к алгоритму взаимодействия пользователей среды корпоративного портала распределённых предприятий (например, к экономическому критерию эффективности введения ДФ_k) $b_k = 0$ или 1 [103, 105, 109].

Задача заключается в нахождении

$$\max_{\{g_1 \dots g_{\bar{M}-1}\}} Z = \max_{\{g_1 \dots g_{\bar{M}-1}\}} \sum_{k=1}^{\bar{M}} b_k h_k \bar{R}_k = \max_{\{g_1 \dots g_{\bar{M}-1}\}} \sum_{k=1}^{\bar{M}} b_k V_k, \quad (2.3)$$

где $g_1 \dots g_{\bar{M}-1}$ – ненулевые сочетания ДФ, каждая из которых принадлежит множеству $\{G\}$, при выполнении ограничений вида

$$\sum_{k=1}^{\bar{M}} \beta_k \mu_k^1 \leq \mu_0^1, \quad \sum_{k=1}^{\bar{M}} \beta_k \mu_k^2 \leq \mu_0^2, \quad \dots, \quad \sum_{k=1}^{\bar{M}} \beta_k \mu_k^l \leq \mu_0^l, \quad (2.4)$$

где m^m , $m = 1, 2, \dots, l$ – затраты m -го вычислительного ресурса среды корпоративного портала территориально распределённых предприятий при реализации ДФ_k. Каждому из \bar{l} неравенств соответствует ограничение на определенный вычислительный ресурс среды корпоративного портала распределённых предприятий. Решением задачи является сочетание ненулевых b_k , обеспечивающих условия (2.3) и (2.4). ДФ оказываются в анализируемых

условиях нереализуемыми, если единственное сочетание образуют $b_1 = \dots = b_m = 0$ [103, 105, 109].

Для решения поставленной задачи целочисленного программирования целесообразно применить метод ограниченного перебора альтернатив Балаша, согласно которому решение включает следующие этапы [103, 105, 109]:

1) размещение коэффициентов V_k , в порядке возрастания. Пусть, например, рассматриваются четыре ДФ и возрастающая последовательность имеет вид $V_1 < V_4 < V_2 < V_3$;

2) построение лексикографической последовательности для коэффициентов b_k , в данном случае:

$$[b_3, b_2, b_4, b_1] = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ 1 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

причем совокупность элементов в каждой строке, образует точку в пространстве решений;

3) проверка ограничений для точек $b\hat{I}$ $[b_3, b_2, b_4, b_1]$, образующих лексикографическую последовательность;

4) выявление точки b_1 удовлетворяющей ограничениям (2.4);

5) вычисление целевой функции \tilde{Z}_1 для точки b_1 ;

6) формирование фильтрующего ограничения $\sum_{k=1}^{\bar{M}} b_k V_k \geq \tilde{Z}_1$;

7) построение новой лексикографической последовательности точек, расположенных выше точки b_1 ;

8) проверка основных (2.3) и фильтрующего ограничений для точек новой лексикографической последовательности;

9) нахождение точки b_2 , удовлетворяющей условию $\tilde{Z}_2 > \tilde{Z}_1$;

10) повторение действий 6) – 9) до исчерпания всех 2 точек пространства решений о применении ДФ;

11) определение точки b_n , соответствующей максимальному значению \tilde{Z}_n при выполнении ограничений (2.3);

12) определение допустимых ДФ, отображаемых ненулевыми координатами точки b_n .

2.6 Выводы по главе

Во второй главе уточнены дополнительные (факультативные) функции процесса обмена и обработки данных при использовании постоянных виртуальных каналов передачи данных, а также дополнительные функции применительно к передаче датаграмм.

Дополнительные функции, предоставляемые пользователям среды корпоративного портала территориально распределённых предприятий транспортировки газа, реализуются за счет известных вычислительных ресурсов. В качестве таких ресурсов в исследовании рассматривались: пропускная способность каналов обмена данными; производительность средств обмена данными в среде корпоративного портала; память различных иерархических уровней оборудования.

Предположен алгоритм оптимизации процессов обмена и обработки производственных данных в среде корпоративного портала, базирующийся на методе перебора Балаша, и отличающийся учётом ограничений на вычислительные ресурсы компонентов среды.

Реализация каждой ДФ обмена и обработки производственных данных сопровождается определенными затратами вычислительных ресурсов, в практике создания корпоративных порталов территориально распределённых предприятий возникает задача оптимизации ряда ДФ с учетом ограничений на отдельные вычислительные ресурсы. Сформированные ДФ обмена и обработки

производственных данных характеризуются широким спектром применения, что позволяет поставить задачу для их ограниченного множества, ориентированного на использование в рамках предоставляемой услуги и совокупности атрибутов обмена и обработки производственных данных. Для решения поставленной задачи целочисленного программирования применялся метод ограниченного перебора альтернатив Балаша.

ГЛАВА 3. АЛГОРИТМ АНАЛИЗА ПОТОКОВ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ДАННЫХ В СРЕДЕ КОРПОРАТИВНОГО ПОРТАЛА

3.1 Постановка задачи управления потоками

Анализ потоков производственных данных в среде корпоративного портала территориально распределённых предприятий транспортировки газа при известных форматах информационных и служебных массивов сводится к анализу характеристик соответствующих алгоритмов обмена и обработки данных. При исследовании же алгоритмов значительные трудности представляет получение не оценок, а конкретных значений моментов распределения случайных величин любого порядка, задающих характеристики достоверности, временные характеристики и характеристики сложности реализации алгоритмов, а в необходимых случаях и более узкие специальные характеристики [5, 70, 97, 101, 109]. Существующие подходы к исследованию алгоритмов обмена и обработки данных [8, 20, 42, 44, 49, 65, 70, 95, 143] ориентированы на применение положений теории массового обслуживания, дискретных цепей Маркова, полумарковских процессов и дискретных цепей с потерями. Используем для расчета моментов распределения аналитических моделей и прикладной вычислительной процедуры, направленных на анализ алгоритмов обмена и обработки производственных данных различных служб среды корпоративного портала территориально распределённых предприятий транспортировки газа в соответствии с их назначением и требованиями со стороны пользователей. Постановка также исходит из учета источников ошибок, сбоев и отказов в элементах среды корпоративного портала, которые описываются более сложными, чем биномиальное и пуассоновское вероятностными распределениями [23, 36, 65, 70, 97, 101, 109].

При решении проблем, возникающих в процессе создания средств обмена и обработки производственных данных среды корпоративного портала

территориально распределённых предприятий, становятся нужными сведения о более тонких характеристиках алгоритма, чем те, которые содержатся в математическом ожидании и дисперсии анализируемой случайной величины. К этому классу проблем следует отнести [97, 101, 109]:

1) определение «хвостов» распределения времени доставки информационного массива запросов (ответов) фиксированной или переменной длины заданного приоритета производственных данных в сквозном тракте коммуникационной среды корпоративного портала «отправитель – получатель»;

2) выявление динамических характеристик процесса занятия памяти средств обмена и обработки производственных данных в коммуникационном узле, концентраторе и других элементах среды корпоративного портала, а также в межсетевых шлюзах;

3) определение характеристик вариаций производительности коммуникационного узла и концентратора во времени.

Для решения поставленной задачи применяется аппарат GERT-узлов стохастических сетей [86, 95, 101, 129, 142, 143, 164]. В процессе решения вводятся ограничения, обусловленные отсутствием последствия при обработке информационных массивов в последовательных коммуникационных узлах или концентраторе и каналах обмена и обработки производственных данных среды корпоративного портала территориально распределённых предприятий [97, 101, 109].

3.2 Формальная модель

Последовательность действий, возникающих в процессе реализации некоторого ветвящегося алгоритма обмена и обработки производственных данных B' , представляется согласно общим принципам стохастических сетей множеством узлов и ориентированных дуг. Узлы соответствуют дискретным состояниям технических и программных средств, участвующих в реализации

данного алгоритма, а дуги – возможным направлениям движения в пространстве дискретных состояний.

В рассматриваемом далее классе задач принимаются следующие условия [97, 101, 109]:

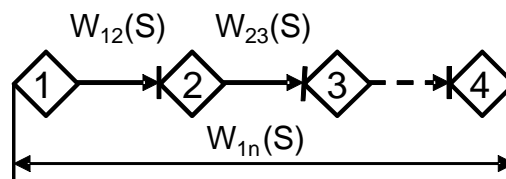
1) Входная функция каждого узла характеризуется тем, что операция узла выполняется, если на любой его вход поступает сигнал только по одной из возможных дуг.

2) Выходные функции узлов классифицируются как детерминированные и вероятностные, соответствующие обозначения узлов с этими функциями приведены на рисунке 3.1. Во втором случае должно выполняться равенство

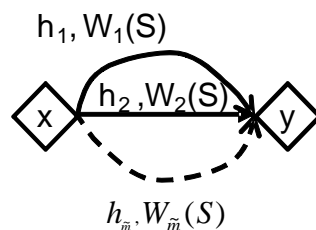
$$\sum_{k'=1}^{Z^0} \bar{w}_{k'} = 1, \text{ где } Z^0 - \text{число дуг, исходящих из узла, } \bar{w}_{k'} - \text{вероятность включения}$$

k' -й дуги.

а) Последовательное соединение



б) Параллельные ветви



в) Петля

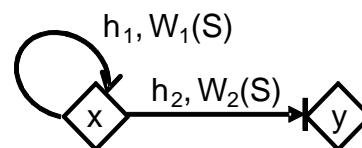


Рисунок 3.1 – Выходные функции узлов

3) Процессы, связанные с осуществлением операций в отдельных узлах, являются независимыми. Следовательно, сфера применения данной модели не включает алгоритмы, динамика реализации которых описывается сложными цепями Маркова или включает эти цепи в качестве компонентов общего описания.

4) Исследуемые характеристики алгоритма аддитивны.

Условия 1) – 4) позволяют трактовать анализируемые стохастические сети как GERT-сети, а узлы – как GERT-узлы [143]. Общее описание стохастических сетей, отображающих конкретные алгоритмы обмена и обработки производственных данных, может быть сделано с учетом условий 1) – 3) стандартными методами вероятностных графов.

Представим алгоритм B' стохастической сетью $K^0 (D^0, C^0)$, которая включает множество D^0 GERT-узлов и C^0 GERT-дуг. Для каждой пары узлов $x, y \in D^0$ введем условные вероятность (при дискретном распределении) или плотность распределения (при непрерывном распределении) $f(g_{xy})$ случайной величины g_{xy} , связанной с исследуемой характеристикой алгоритма. Если узлы x и y не соединены, то $f(g_{xy}) = 0$.

Каждой паре $x, y \in D^0$ может соответствовать ряд анализируемых g_{xy} , часть которых задается дискретными, а часть непрерывным распределениями. Первая ситуация типична, например, для расчета характеристик достоверности, вторая – времени доставки информационного массива. Такое распределение в известной степени условно, поскольку всегда допустим предельный переход от дискретной величины к непрерывной при достаточно большом значении длины информационного массива [142, 143].

Введем далее совокупность условных производящих функций моментов (ПФМ) случайной величины g_{xy} с аргументом s , определяемых как $M_{xy}(s) = E[e^{sg_{xy}}]$, где E – символ усреднения по всем реализациям g_{xy} . Применительно к первой постановке:

$$M_{xy}(s) = \sum_{R_{xy}} e^{sg_{xy}} f(g_{xy}), \quad (3.1)$$

где R_{xy} – множество реализаций g_{xy} при движении по дуге (x, y) . В простейшем случае одной реализации отвечает непосредственная доставка информационного массива, а другой – доставка после привлечения специальных алгоритмов восстановления, использование которых оказалось необходимым вследствие ошибок и сбоев в контуре, охватываемом алгоритмом.

Применительно ко второй постановке:

$$M_{xy}(s) = \int_{G_g^a}^{G_g^b} e^{s g_{xy}} f(g_{xy}) d g_{xy}, \quad (3.2)$$

где $[G_g^a, G_g^b]$ – диапазон изменения непрерывной случайной величины.

Независимо от характера g_{xy} определим совокупность W-функций:

$$W_{xy}(s) = p_{xy} M_{xy}(s), \quad x, y \in D^0, \quad (3.3)$$

которая заключает в себе полную информацию о всех процессах в стохастической сети, имеющих место при прохождении информационного массива по всем каналам передачи данных и обработке его в коммуникационном узле, концентраторе и других элементах. Эта совокупность функций в дальнейшем является основной для нахождения W-функций стохастической сети в целом, соответствующей сквозному тракту реальной сети, контролируемому данным алгоритмом [97, 101, 109].

3.3 W-функции типичных структур GERT-сетей

Рассматривая вероятностные графы процедур обмена и обработки производственных данных для коммуникационной среды корпоративного портала территориально распределённых предприятий транспортировки газа с принципом коммутации пакетов, выделим наиболее типичные конфигурации фрагментов стохастических сетей, которые удовлетворяют условиям 1) – 4) принадлежности к GERT-сетям [97, 101, 109].

1) Последовательное соединение $n-1$ дуг, разделяемых n GERT-узлами (Рисунок 3.1, а). Так как ПФМ суммы независимых случайных величин равна произведению ПФМ последних, а $p_{xx+1} = 1$, то результирующая W-функция последовательного соединения:

$$W_{1n}(s) = \prod_{x=1}^{n-1} W_{xx+1}. \quad (3.4)$$

Данная структура характеризует алгоритм передачи пакетов между конечными узлами коммуникационной среды корпоративного портала с принципом коммутации пакетов при следующих предпосылках:

- используется ПВК или канал, образованный в службе ВВ;
- обратная связь на уровне обмена пакетами между соседними коммуникационными центрами пакетов сквозного тракта отсутствует;
- исключается процедура переспроса пакетов между конечными узлами.

2) Параллельные ветви (Рисунок 3.1, б) с вероятностями включения $h_1, h_2, \dots, h_{\tilde{m}}$. К такой конфигурации приводятся следующие черты алгоритмов:

- возможность доставки одного и того же информационного массива по параллельным независимым направлениям, например, в многоканальной процедуре передачи кадров HDLC;
- включение процедуры восстановления, которая приводит к тому, что переход из узла x в узел y стохастической сети может произойти как в результате движения по основной дуге графа алгоритма, так и вследствие однократного или многократного действия процедуры восстановления (например, повторной синхронизации) при нарушении движения по основной дуге.

Результирующая W -функция:

$$W_{xy}(s) = \sum_{\tilde{p}=1}^{\tilde{m}} W_{\tilde{m}}(s). \quad (3.5)$$

3) Петли, ограничивающие возможность достижения соседнего узла (Рисунок 3.1, в). Объективной предпосылкой к введению такой конфигурации является процедура многократной передачи информационного массива, вызванная интенсивными ошибками, воздействующими на область данных и/или поле управления при реализации основной ветви алгоритма, до принятия решения о переходе к процедуре восстановления. Например, петлями характеризуются последовательные попытки передать кадр HDLC при искажении проверочной области или последовательные действия по доставке многопакетного сообщения в межузловой сети передачи данных, когда отдельные пакеты передаются согласно

принципам службы доставки пакетов и не собираются в полное сообщение в узле назначения после истечения таймаута фиксированной длительности.

При условии, что число последовательных передач информационного массива достаточно велико, стохастическая сеть (Рисунок 3.1, в) преобразуется в сеть (Рисунок 3.2), не содержащую циклов [97, 101, 109].

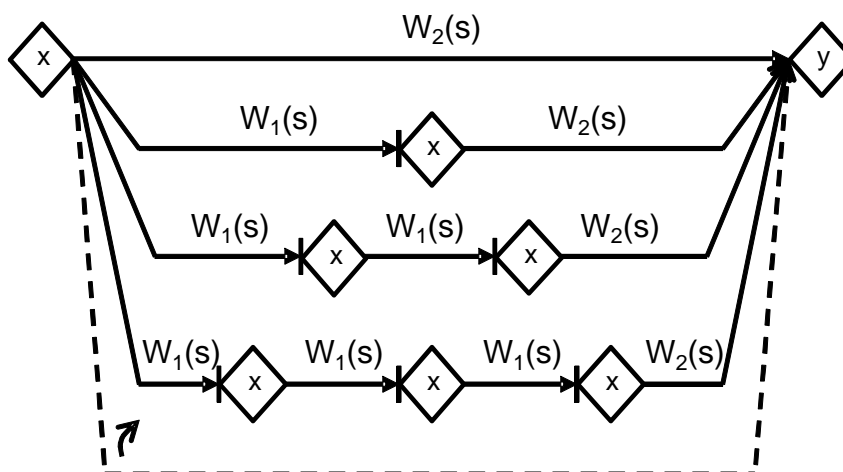


Рисунок 3.2 – Сеть, не содержащая циклов

В этой сети каждая параллельная ветвь отображает многошаговый процесс с дискретными состояниями, включающий определенное число движений по петле и последнее движение по дуге (x,y) . Результирующая W -функцию сети с петлей находится с помощью применения по отношению к структуре сети на рисунке 3.2 правила вычисления W -функций при последовательном и параллельном соединении дуг:

$$W_{xy}(s) = W_2(s) + W_2(s) \sum_{i=1}^{\infty} [W_1(s)]^i \frac{W_2(s)}{1 - W_1(s)}. \quad (3.6)$$

В случае ограничения числа повторных передач массива некоторым значением L_a стохастическая сеть (Рисунок 3.1, в) уже неправомерна, адекватный алгоритм отображается сетью вида рисунка 3.2, содержащей L_a+1 параллельных ветвей, для которой:

$$W_{xy}^{L_a}(s) = W_2(s) + W_2(s) \sum_{i=1}^{L_a} [W_1(s)]^i. \quad (3.7)$$

Следовательно, во всех рассмотренных случаях стохастические сети, описывающие реальные алгоритмы, преобразуются к эквивалентной простейшей

стохастической сети, включающей пару GERT-узлов и направленную дугу между ними. Полная информация о ветвях алгоритма с точки зрения исследуемой характеристики, связанной с совокупностью случайных величин g_{xy} содержится в результирующей W -функции, однако она еще не представляет возможности находить явным образом моменты распределения анализируемой характеристики алгоритма, поскольку из нее нельзя пока выделить ПФМ эквивалентной сети. Рассмотрение способа такого выделения производится на базе общего топологического уравнения [8, 70, 95, 97, 101, 109, 142, 143].

3.4 Формирование петель из графа алгоритма

Алгоритм выделения включает следующие понятия [97, 101, 109]:

- **петля порядка $r = 1$** : цепочка последовательных ориентированных дуг, конечные узлы которой совпадают.
- **петля порядка $r \neq 1$** : множество r изолированных петель порядка 1, которые могут быть сформированы из стохастической сети, отвечающей алгоритму обмена и обработки производственных данных.
- **замкнутый потоковый граф**: стохастическая сеть, в которой каждая дуга входит в состав, по крайней мере, одной петли.

На рисунке 3.3 проиллюстрированы эти понятия на примере стохастической сети, отображающей простейший алгоритм передачи массива из двух сообщений с решающей обратной связью и с ожиданием сигнала подтверждения или переспроса каждого сообщения и изображенной сплошными линиями. Узел 1 является исходным, (источником), узел 11 соответствует поглощающему состоянию, связанному с приемом массива. Движение по дугам (x, y) применительно к анализу времени доставки обуславливается следующими ветвями алгоритма:

(1,2) – правильная передача сообщения I или передача с не обнаруживаемой ошибкой;

(1,3) – передача сообщения I с обнаруживаемой ошибкой;
 (2,5) – правильная передача по каналу обратной связи сигнала подтверждения сообщения I;
 (2,6) – искажение этого сигнала;
 (3,1) – правильная передача сигнала переспроса;
 (3,4) – искажение этого сигнала.
 Узлы (7) – (12) и соответствующие дуги отображают тот же алгоритм применительно к сообщению II.

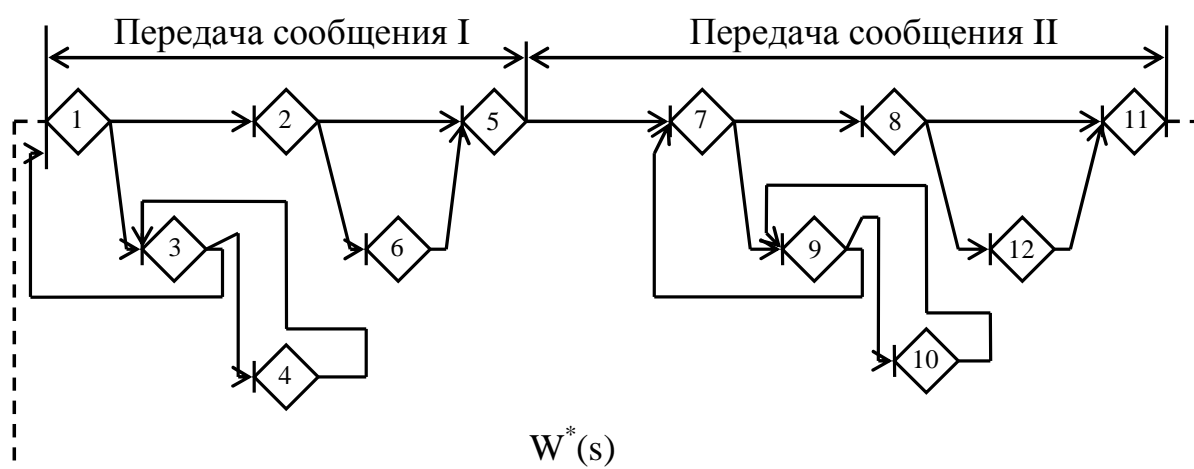


Рисунок 3.3 – Стохастическая сеть, отображающая простейший алгоритм передачи массива из двух сообщений

Представленная стохастическая сеть не является замкнутым потоковым графом, так как в ней имеются дуги, например (1,2) и (2,5), которые не входят в состав ни одной петли. Для того, чтобы превратить ее в замкнутую структуру, введем дополнительную направленную дугу (11,1), изображенную пунктирной линией, с некоторой W -функцией, равной $W^*(s)$. Полученную стохастическую сеть, в которой каждая дуга принадлежит какой-либо петле, являющуюся поэтому замкнутым потоковым графом, определим как модифицированную [97, 101, 109].

Выделим в сети рисунка 3.3 петли порядка 1. Они образованы цепочками дуг:

$\{(1,3), (3,1)\}$; $\{(3,4), (4,3)\}$; $\{(7,9), (9,7)\}$; $\{(9,10), (10,9)\}$; $\{(1,2), (2,5), (5,7), (7,8), (8,11), (11,1)\}$; $\{(1,2), (2,6), (6,5), (5,7), (7,8), (8,11), (11,1)\}$; $\{(1,2), (2,5), (5,7), (7,8), (8,12), (12,11), (11,1)\}$; $\{(1,2), (2,6), (6,5), (5,7), (7,8), (8,12), (12,11), (11,1)\}$.

Петли порядка 2 образованы парами петель порядка 1:

$\{(1,3), (3,1) - (7,9), (9,7)\}$; $\{(1,3), (3,1) - (9, 10), (10,9)\}$; $\{(3,4), (4,3) - (7,9), (9,7)\}$; $\{(3,4), (4,3) - (9,10), (10,9)\}$; $\{(3,4), (4,3) - (1,2), (2,5), (5,7), (7,8), (8,11), (11,1)\}$; $\{(3,4), (4,3) - (1,2), (2,6), (6,5), (5,7), (7,8), (8,12), (12,11), (11,1)\}$; $\{(9,10), (10,9) - (1,2), (2,5), (5,7), (7,8), (8,11), (11,1)\}$; $\{(9,10), (10,9) - (1,2), (2,6), (6,5), (5,7), (7,8), (8,11), (11,1)\}$; $\{(3,4), (4,3) - (1,2), (2,5), (5,7), (7,8), (8,12), (12,11), (11,1)\}$; $\{(9,10), (10,9) - (1,2), (2,5), (5,7), (7,8), (8,12), (12,11), (11,1)\}$; $\{(9,10), (10,9) - (1,2), (2,6), (6,5), (5,7), (7, 8), (8,12), (12,11), (11,1)\}$.

Петли порядка 3 формируются следующими сочетаниями изолированных петель порядка 1:

$\{(3,4), (4,3) - (9,10), (10,9) - (1,2), (2,5), (5,7), (7,8), (8,11), (11,1)\}$; $\{(3,4), (4,3) - (9,10), (10,9) - (1,2), (2,6), (6,5), (5,7), (7,8), (8,12), (12,11), (11,1)\}$; $\{(3,4), (4,3) - (9,10), (10,9) - (1,2), (2,6), (6,5), (5,7), (7,8), (8,11), (11,1)\}$; $\{(3,4), (4,3) - (9,10), (10,9) - (1,2), (2,5), (5,7), (7,8), (8,12), (12,11), (11,1)\}$.

Петли четвертого и более высоких порядков отсутствуют.

Условие существования замкнутого потокового графа выполняется, так как нет ни одной дуги, которая не входила бы в какую-либо петлю. Приём введения дополнительной направленной дуги, охватывающей все дуги и узлы стохастической сети, представляется общим при анализе алгоритмов обмена и обработки производственных данных, так как порождаемые ими стохастические сети в принципе являются разомкнутыми. Этот фактор обусловлен тем обстоятельством, что некоторый конечный узел стохастической сети, соответствующий завершению обработки заданного информационного массива, не может быть связан дугой с исходным узлом. Здесь имеет место очевидная аналогия с поглощающими состояниями цепей Маркова [95, 97, 101, 109, 143].

3.5 Общие топологические уравнения

Предположим, что для каждой дуги известна W-функция, полученная путем применения уравнений (3.1) – (3.3). На основании уравнения (3.3) результирующая W-функция применительно к любой из петель порядка 1 есть произведение W-функций последовательных дуг. Рассматривая модифицированную стохастическую сеть (Рисунок 3.4) как петлю порядка 1, состоящую из двух петель с W-функциями $W^0(s)$ (полная разомкнутая стохастическая сеть) и $W^*(s)$, найдем W-функцию [97, 101, 109]:

$$\tilde{W}(s) = W^0(s) \cdot W^*(s). \quad (3.8)$$

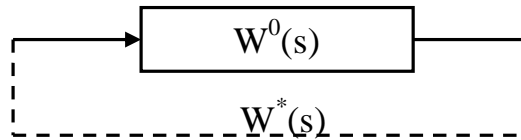


Рисунок 3.4 – Модифицированная стохастическая сеть

Так как произвольная петля порядка r состоит из r изолированных друг от друга петель порядка 1, каждая из которых является замкнутым соединением ряда узлов и дуг, то результирующая W-функция этой петли, которой присвоим номер δ в множестве $\{U_r\}$ всех петель порядка r , есть

$$W(r, d) = \prod_{f=1}^r \prod_{v^0=1}^{\alpha_f} W_{d, r, v^0}^f(s). \quad (3.9)$$

Здесь $W_{d, r, v^0}^f(s)$ составляет W-функцию дуги с номером v^0 , принадлежащую петле порядка 1, которая в свою очередь является f -й изолированной петлей рассматриваемой петли порядка r с номером δ . При этом анализируемая петля порядка 1 состоит из α_f последовательных дуг.

Топологическое уравнение применительно к постановке данной задачи формулируется следующим образом [97, 101, 109]:

$$1 - \sum_{d=1}^{U_1} W(1, d) + \sum_{d=1}^{U_2} W(2, d) - \sum_{d=1}^{U_3} W(3, d) + \dots + (-1)^{l^0} \sum_{d=1}^{U_l^0} W(l, d) = 0, \quad (3.10)$$

где l^0 – максимальный порядок петли, которая может быть выделена из замкнутого потокового графа, отображающего реальный алгоритм обмена и обработки производственных данных. В анализировавшемся выше примере $l^0 = 3$, $U_1 = 8$, $U_2 = 12$, $U_3 = 4$. Уравнение (3.10) связывает между собой W-функции отдельных дуг, каждая из функций включает согласно (3.2) сведения как о вероятности движения по этой дуге в соответствии с ветвью алгоритма обмена и обработки производственных данных, так и частную ПФМ анализируемой характеристики при данном направлении движения [95, 97, 101, 109, 143].

Наибольший интерес с точки зрения практического приложения имеет интерпретация топологического уравнения по отношению к общей структуре на рисунке 3.4. В этой структуре, к которой сводится любой алгоритм, принадлежащий произвольному уровню архитектуры открытых систем, рассматривается только одна петля порядка 1, и уравнение (3.10) вырождается в уравнение

$$1 - W^0(s)W^*(s) = 0, \quad (3.11)$$

откуда W-функция дополнительной дуги явным образом вычисляется через W-функцию полной разомкнутой стохастической сети, а именно:

$$W^*(s) = \frac{1}{W^0(s)}. \quad (3.12)$$

С другой стороны, как и всякую W-функцию, $W^0(s)$ можно представить в форме произведения:

$$W^0(s) = \tilde{q}M^0(s), \quad (3.13)$$

где $M^0(s)$ есть ПФМ анализируемой характеристики алгоритма уже не на отдельных дугах, а применительно ко всему множеству дуг и узлов, соответствующему сквозному тракту обмена и обработки производственных данных в рамках алгоритма, а \tilde{q} – некоторый неизвестный коэффициент. На основании общего тождества $M(s) = 1$ при $s = 0$, иллюстрируемого уравнениями

(3.1) и (3.2), найдем значение его коэффициента $\tilde{q} = W^0(0)$, откуда следует искомая ПФМ характеристики алгоритма:

$$M^0(s) = \frac{V^0(s)}{V^0(0)}. \quad (3.14)$$

Любой j -й начальный момент μ_j характеристики алгоритма определяется путем взятия j -й частной производной $M^0(s)$ по s , то есть:

$$m_j^0 = \frac{\partial^j M^0(s)}{\partial s^j} = \frac{1}{W^0(0)} \cdot \frac{\partial}{\partial s^j} \cdot W^0(s) \quad (3.15)$$

3.6 Вычислительный алгоритм

Имея в виду все этапы вычисления μ_j , сформулируем следующую последовательность действий при их выполнении на ЭВМ [97, 101, 109]:

1) Выяснение возможности представления алгоритма обмена и обработки производственных данных стохастической сетью, включающей дуги и GERT-узлы (при отсутствии последействия), и выполнение этой операции в случае положительного решения.

2) Определение для каждой дуги (x,y) реализаций анализируемой характеристики алгоритма, задаваемых случайными величинами g_{xy} .

3) Нахождение пар сомножителей p_{xy} и $M_{xy}(s)$ и далее вычисление множества функций $W_{xy}(s)$ по формулам (3.1) – (3.3).

4) Превращение реальной стохастической сети, отображающей алгоритм, в эквивалентную сеть, состоящую из одной дуги и пары узлов и имеющую ту же W -функцию с использованием преобразований типа «последовательное соединение», «параллельные ветви», «петля».

5) Превращение разомкнутой стохастической сети в замкнутый потоковый граф путем введения дополнительной дуги с функцией $W^*(s)$.

6) Выявление в замкнутом потоковом графе всех петель порядка 1.

7) Нахождение всех петель порядка $2 \leq r \leq l^0$ способом последовательного перечисления r изолированных петель порядка 1.

8) Вычисление на основании уравнения (3.9) W-функций всех полученных петель порядка $r = 1 \dots l^0$ исходя из значений $W_{xy}(s)$, найденных в процессе выполнения действия 1).

9) Формирование общего топологического уравнения (3.10) и его решение относительно неизвестной $W^0(s)$ с учетом уравнения (3.12). При этом W-функция дополнительной дуги $W^*(s) = \frac{1}{W^0(s)}$ входит в состав, по крайней мере одной петли порядка r .

10) Вычисление моментов μ_j распределения характеристики алгоритма обмена и обработки производственных данных согласно уравнению (3.15).

Функция распределения (ФР) характеристики алгоритма может быть сформирована из ряда моментов $m_1^0, m_2^0, \dots, m_{\tilde{\alpha}}^0$, число которых определяется заданной точностью представления ФР, согласно стандартным процедурам конструктивной теории функций. Рассмотренная процедура не исключает анализа алгоритма обмена и обработки производственных данных, если он содержит отдельные независимые ветви и ряд соответствующих поглощающих состояний в случае его представления цепью Маркова. Действительно, если исходная стохастическая сеть (Рисунок 3.3) содержит не один конечный узел (сток 11), а некоторое множество $c_1, \dots, c_{\tilde{\nu}}$ стоков, то должны быть последовательно составлены $\tilde{\nu}$ замкнутых потоковых графов путем соединения каждого из стоков $c_1, \dots, c_{\tilde{\nu}}$ с исходным узлом. При этом, естественно, функции $W^*(s)$ дополнительных дуг в общем случае не совпадают. Для каждого из сформированных графов выполняются далее действия б) – 10). Найденные таким образом моменты $m_{j|\tilde{g}}^0$ задают условное распределение анализируемой характеристики алгоритма при условии, что стоком является узел $c_{\tilde{g}}$ ($\tilde{g} = 1 \dots \tilde{\nu}$). Подобная ситуация типична для анализа характеристик помехоустойчивости

(достоверности) передачи информационных массивов, когда необнаруживаемые ошибки, потери и вставки массивов возможны вследствие независимых причин в каналах передачи данных и коммуникационных узлах, что приводит к появлению ветвей алгоритма, каждая из которых связана с определенной реализацией анализируемой характеристики [70, 95, 97, 101, 109, 129, 143].

Изложенный алгоритм не требует аналитического представления характеристики любого алгоритма среды корпоративного портала для каждой дуги стохастической сети и допускает возможность задания дуги парой признаков p_{xy} и $M_{xy}(s)$, что способствует формализации общей вычислительной процедуры. Так как основное топологическое уравнение (3.10) является линейным, то наибольших затрат вычислительных ресурсов вызывают не его решение, а логические операции выявления в замкнутом потоковом графе петель порядка r и нахождение W -функций петель [97, 101, 109].

3.7 Выводы по главе

В третьей главе представлен алгоритм управления потоками производственных данных транспортировки газа в среде корпоративного портала. Проведена формализация процессов обмена и обработки производственных данных. Показано, что последовательность действий, возникающих в процессе реализации некоторого ветвящегося алгоритма обмена и обработки производственных данных B' , представляется согласно общим принципам стохастических сетей множеством узлов и ориентированных дуг. Узлы соответствуют дискретным состояниям технических и программных средств обмена и обработки производственных данных, участвующих в реализации данного алгоритма, а дуги – возможным направлениям движения в пространстве их дискретных состояний. Сформулированы условия отнесения алгоритма процесса обмена и обработки производственных данных транспортировки газа в среде корпоративного портала к стохастической сети. Оценка характеристик

процессов обмена и обработки производственных данных предусматривает, что общие топологические уравнения связывают между собой передаточные функции отдельных дуг, каждая из которых включает сведения, как о вероятности движения по этой дуге в соответствии с ветвью алгоритма обмена и обработки производственных данных, так и частную ПФМ, анализируемой характеристики при данном направлении движения. Изложенный алгоритм не требует аналитического представления ПФМ для любого алгоритма обмена и обработки производственных данных и допускает возможность задания дуги стохастической сети парой признаков вероятностью и математическим ожиданием, что способствует формализации общей вычислительной процедуры. Так как основное топологическое уравнение является линейным, то наибольших затрат вычислительных ресурсов вызывают не его решение, а логические операции выявления в замкнутом потоковом графе петель и нахождение передаточной функции петель.

Функция распределения характеристик алгоритма может быть сформирована из ряда моментов, число которых определяется заданной точностью представления, согласно стандартным процедурам конструктивной теории функций. Рассмотренная процедура не исключает анализа алгоритма обмена и обработки производственных данных, если он содержит отдельные независимые ветви и ряд соответствующих поглощающих состояний в случае его представления цепью Маркова. Найденные таким образом моменты задают условное распределение анализируемой характеристики алгоритма при условии, что узлом стоком предъявляются требования. Подобная ситуация типична для анализа характеристик помехоустойчивости (достоверности) передачи информационных массивов, когда необнаруживаемые ошибки, потери и вставки массивов возможны вследствие независимых причин в среде корпоративного портала территориально распределённых предприятий транспортировки газа, что приводит к появлению ветвей алгоритма, каждая из которых связана с определенной реализацией анализируемой характеристики.

В работе для расчета моментов распределения аналитических моделей и прикладных вычислительных алгоритмов использовались алгоритмы обмена и обработки производственных данных различных служб среды корпоративного портала территориально распределённых предприятий транспортировки газа в соответствии с их назначением и требованиями со стороны пользователей. При этом, учитывались источники ошибок, сбоев и отказов в элементах среды корпоративного портала, которые описываются более сложными, чем биномиальное и пуассоновское, вероятностными распределениями. К этому классу проблем относятся:

1) определение «хвостов» распределения времени доставки информационного массива запросов (ответов) фиксированной или переменной длины заданного приоритета производственных данных в сквозном тракте коммуникационной среды корпоративного портала «отправитель – получатель»;

2) выявление динамических характеристик процесса занятия памяти элементами среды корпоративного портала;

3) определение характеристик вариаций производительности элементов среды корпоративного портала во времени.

Доказано, что результирующая W -функция применительно к любой из петель есть произведение W -функций последовательных дуг.

ГЛАВА 4. АЛГОРИТМ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ДОСТУПА К ПРОИЗВОДСТВЕННЫМ ДАННЫМ В СРЕДЕ КОРПОРАТИВНОГО ПОРТАЛА

4.1 Предпосылки к введению замкнутых групп пользователей

Образование замкнутых групп пользователей (обозначаемых далее \tilde{R}) и двусторонних замкнутых групп пользователей (\tilde{S}) является одной из ДФ, наиболее присущих среде корпоративного портала при использовании принципа коммутации пакетов. Соответствующие алгоритмические средства позволяют формировать группы, характеризующиеся различными комбинациями ограничений входящего или исходящего потока пакетов применительно к совокупности пользователей, принадлежащих к группе. Данная ДФ назначается для конкретного пользователя на известный период [8, 71, 98, 102, 107, 108, 109, 122].

В более общей постановке образование \tilde{R} и \tilde{S} не ограничивается рамками коммуникационной среды корпоративного портала с принципом коммутации пакетов, а типично также для служб обмена и обработки производственных данных на базе коммутации каналов. Основное назначение \tilde{R} и \tilde{S} состоит в защите по запросу пользователя (пользователей) определенной информации, передаваемой по сети, от доступа со стороны других пользователей. В практике разработок сетей передачи данных с коммутацией пакетов различного назначения [71, 122] обсуждаются следующие виды указанной ДФ, допускающие образование \tilde{R} и \tilde{S} [98, 102, 107, 108, 109]:

а) ЗГП \tilde{R} – базовая ДФ, определяющая принадлежность пользователя к одной или нескольким ЗГП;

б) «ЗГП с исходящим доступом» \tilde{R}_1 , регламентирующая, помимо свойств \tilde{R} , также направление виртуальных вызовов или вызовов – датаграмм

пользователям, находящимся в открытой зоне коммуникационной среды корпоративного портала, или пользователям, которые входят в состав \tilde{K}_2 ;

с) «ЗГП с входящим доступом» \tilde{K}_2 , регламентирующая помимо свойств \tilde{K} также получение виртуальных вызовов или вызовов – датаграмм из открытой зоны коммуникационной среды корпоративного портала или от пользователей, которым предписана ДФ b);

d) «Запрещение входящих вызовов в ЗГП». Множество пользователей, применяющих эту ДФ, обозначается \tilde{K}_3 ;

e) «Запрещение исходящих вызовов в ЗГП» с соответствующим множеством пользователей \tilde{K}_4 .

Права пользователей с ДФ d) и e) противоположны. Эти ДФ являются дополнительными по отношению к ДФ a), b), c).

Пользователь, принадлежащий к ЗГП, реализует ДФ либо a), либо одну из ДФ b) и c), либо обе ДФ b) и c) совместно. В некоторой ЗГП могут воплощаться для различных пользователей все комбинации ДФ a) – e). Если пользователь входит в состав множества ЗГП, то одна из групп назначается главной.

В замкнутой группе \tilde{S} определенной паре пользователей предоставляются алгоритмические средства для осуществления двустороннего обмена и обработки пакетами, исключая в период обмена и обработки производственных данных взаимодействие с другими пользователями коммуникационной среды корпоративного портала, которые не входят в состав \tilde{S} . Пользователь может принадлежать множеству \tilde{S} .

В рамках \tilde{S} рассматриваются следующие виды ДФ [98, 102, 107, 108, 109]:

a) «Двусторонняя ЗГП» – базовая ДФ (\tilde{S});

б) «Двусторонняя ЗГП с исходящим доступом» (\tilde{S}_1), сохраняющая все свойства \tilde{S} , но, кроме того, позволяющая пользователю направлять виртуальные вызовы или датаграммы пользователям находящимся в открытой зоне коммуникационной среды корпоративного портала.

Допускается принадлежность пользователя к \tilde{S} или \tilde{S}_1 , а также к \tilde{R} и другим ее видам. В этом случае вызовы, связанные с каждой ДФ, направляются независимо друг от друга. \tilde{S} и \tilde{S}_1 могут распространяться на межсетевые соединения применительно к службе виртуального вызова и датаграммной службе.

Рассматриваемая концепция не исключает возможности взаимодействия пользователей, входящих состав \tilde{R} или \tilde{S} , с другими пользователями среды корпоративного портала территориально распределённых предприятий транспортировки газа. Однако это взаимодействие строго регламентируется и осуществляется лишь в рамках, которые определяются видом применяемой ДФ. Типичный вариант взаимодействия \tilde{R} и \tilde{S} с открытой зоной корпоративной коммуникационной среды корпоративного портала, а также друг с другом иллюстрируется на рисунке 4.1, где символ 1 соответствует исходящему ВВ или датаграмме, а 2 – входящему ВВ или датаграмме [98, 102, 107, 108, 109].

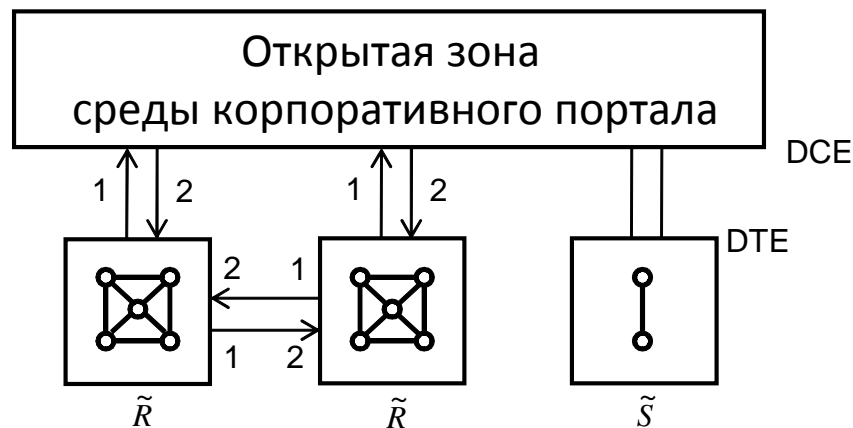


Рисунок 4.1 – Типичный вариант взаимодействия \tilde{R} и \tilde{S} с открытой зоной среды корпоративного портала

Допускается принадлежность пользователя к \tilde{S} или \tilde{S}_1 , а также к \tilde{R} и ее разновидностям. В этом случае вызовы, связанные с каждой ДФ, направляются независимо друг от друга. \tilde{S} и \tilde{S}_1 могут распространяться на межсетевые соединения применительно к службам ВВ и ДТ.

Помимо своего основного назначения, образование ЗГП способствует в известной степени и решению задач, не связанных непосредственно с защитой от несанкционированного доступа. К ним относятся [98, 102, 107, 108, 109]:

- дополнительная защита от потерь пакетов, включающих данные пользователя, и их засылок не по адресу;
- ограничение потока данных в коммуникационной среде корпоративного портала и, следовательно, очередей пакетов в узлах коммутации.

4.2 Служебная информация, относящаяся к образованию замкнутых групп пользователей

Общее распределение алгоритмических средств, привлекаемых для образования ЗГП, соответствует архитектуре ВОС, и изображено на рисунке 4.2.

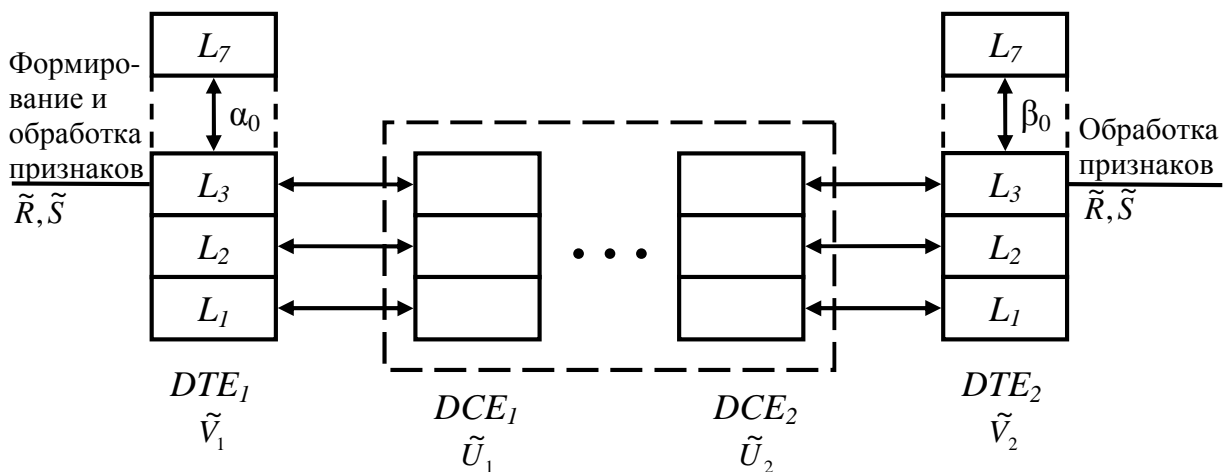


Рисунок 4.2 – Общее распределение алгоритмических средств

Алгоритмические средства L_1 соответствуют физическому уровню АО, L_2 – уровню звена данных, L_3 – сетевому уровню ..., L_7 – уровню прикладных программ и процессов пользователя среды корпоративного портала. Символом \tilde{U} обозначается окончательный узел оборудования коммуникационной среды портала, а символом \tilde{V} – пользователь. Команды и ответы пользователей, необходимые для организации ЗГП и реализации ее протокола, поступают на уровни средств обмена и обработки производственных данных, контролируемые средой

корпоративного портала по стыкам a_0 и b_0 . Согласно этим командам формируется и обрабатывается вся служебная информация h_0 , предназначенная для управления алгоритмами регистрации, передачи пакетов, содержащих данные пользователя и аннулирования ЗГП [98, 102, 107, 108, 109].

Информация h_0 размещается в поле ДФ заголовка пакета. На рисунке 4.3 изображена часть заголовка пакета, включающая область h_0 , а также фрагмент h'_0 поля ДФ, относящийся к другой ДФ, отличной от образования ЗГП. В общем случае h_0 включает указатель d' класса формата для кодирования признаков ДФ, код g' конкретной ДФ, характеризующий образование ЗГП из множества \tilde{R} или \tilde{S} , Y – индикатор длины поля Q' параметров ДФ. Признак Y отсутствует в классах формата, задаваемых фиксированной длиной поля Q' .

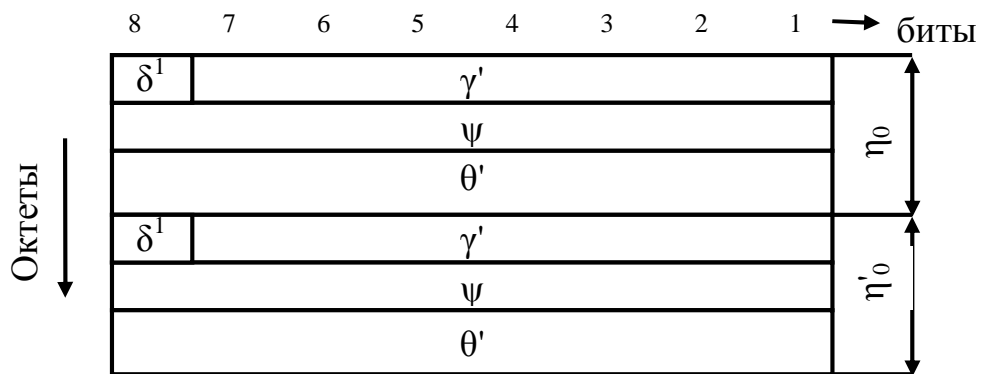


Рисунок 4.3 – Часть заголовка пакета и фрагмент поля ДФ

Все рассмотренные виды ДФ осуществляются при помощи специальных кодов соответствия IC . Их реализация основывается на проверках корректности доступа к ЗГП, которые выполняются в \tilde{U}_1 и \tilde{U}_2 . При проверке определяется, принадлежат ли вызывающий \tilde{V}_1 и вызываемый \tilde{V}_2 пользователи к одной и той же ЗГП, идентифицируемой длинным IC . Регистрация признаков ДФ, в том числе IC , производится в области Q' заголовка пакета, а обработка этих признаков алгоритмическими средствами уровня L_3 .

В практике построения средств обмена и обработки производственных данных среды корпоративного портала территориально распределённых предприятий имеют место ситуации, когда сеть общего пользования S_a

взаимодействует со специализированными (частными) сетями \tilde{C}_a . В специализированных сетях определенные множества пользователей могут образовывать свои ЗГП, для которых допускается обмен с некоторыми ЗГП в C_a . В этих условиях становится необходимой функция подтверждения для пользователей \tilde{C}_a корректности образования ЗГП. Если все другие задачи, связанные с функционированием ЗГП, решаются путем применения известной совокупности пакетов, то данная функция может быть реализована только с помощью специального пакета, разрешающего исходящий доступ [9, 17, 43, 71].

ДФ, регламентирующая образование \tilde{S} и \tilde{S}_1 , предполагает применение принципа взаимной регистрации, одной из составляющих которого является сокращенная адресация получателя в области Q' заголовка пакета вызова. Программное обеспечение \tilde{U}_1 и \tilde{U}_2 должно включать таблицы, связывающие сокращенные адреса (местные индексы) \tilde{V}_i с их полными адресами (номерами в принятой системе нумерации пользователей), а также служебную информацию о статусе \tilde{S} и \tilde{S}_1 . Сокращенная адресация в известной степени снижает затраты вычислительных ресурсов среды корпоративного портала распределённых на обмен и обработку пакетами в \tilde{S} и \tilde{S}_1 [98, 102, 107, 108, 109].

4.3 Процедура вызова в замкнутой группе пользователей \tilde{R}

Протокол сопряжения DTE/DCE и действия конечных узлов \tilde{U}_1 и \tilde{U}_2 зависят от того, принадлежит ли пользователь-отправитель вызова \tilde{V}_1 одной или ряду \tilde{R} , и от вида ДФ. Рассмотрим наиболее характерные случаи [102, 107, 108, 109].

Каждая \tilde{R} идентифицируется кодом IC , который хранится в информационном фонде \tilde{U}_1 и \tilde{U}_2 . Если пользователь входит в состав ряда \tilde{R} , фиксация определенной \tilde{R} и, следовательно, соответствующего IC , осуществляется в пакете вызова FR , содержащем запрос конкретной ДФ. В

зависимости от применяемой службы обмена и обработки производственных данных, FR может отвечать пакету запроса установления виртуального канала или датаграмме, которая включает данные пользователя.

Пакет FR , поступающий от \tilde{V}_1 в \tilde{U}_1 , не содержит IC (или какой-либо другой идентификатор \tilde{R}) в следующих ситуациях:

- пользователь \tilde{V}_1 принадлежит единственной \tilde{R} ;
- пользователь \tilde{V}_1 принадлежит ряду \tilde{R} , но \tilde{U}_1 интерпретирует FR как запрос основной группы R^0 ;
- $\tilde{V}_1 \in \tilde{R}_1$ и направляет исходящий вызов.

В общем случае \tilde{R} или любой другой ЗГП вызов классифицируется как обращенный к $\tilde{V}_2 \in \tilde{R}$ или к пользователю в открытой зоне коммуникационной среды корпоративного портала. Он фиксируется в \tilde{U}_1 и пакет, включающий IC и указатель вида данной ДФ, направляется в следующий коммуникационный узел. Если $\tilde{V}_1 \in \tilde{R}_3$, то вызов фиксируется в \tilde{U}_1 , доступ к \tilde{V}_1 блокируется, а исходящие пакеты следуют из \tilde{U}_1 по обычной процедуре. В случае $\tilde{V}_1 \in \tilde{R}_4$ его вызовы не обрабатываются в \tilde{U}_1 , а в адрес \tilde{V}_1 направляется пакет XR «Доступ запрещен». Возможна процедура реализации ДФ с), когда запрещение исходящих вызовов распространяется только на \tilde{R}^0 или только на одну из ряда ЗГП [102, 107, 108, 109].

\tilde{U}_1 фиксирует вызов в адрес пользователя, не принадлежащего ЗГП, только при условии $\tilde{V}_1 \in \tilde{R}_1$.

В \tilde{U}_2 осуществляется проверка принадлежности \tilde{V}_1 и \tilde{V}_2 к ЗГП. Поступивший пакет после анализа области Q' параметров ДФ принимается в следующих ситуациях [102, 107, 108, 109]:

- 1) выполняется условие принадлежности \tilde{V}_1 и \tilde{V}_2 к ЗГП или условие принадлежности одного из них к ЗГП, последний случай соответствует образованию \tilde{R}_1 или \tilde{R}_2 ;

2) применительно к \tilde{V}_2 не реализуется ДФ d), в том числе и при условии реализации ДФ e).

Если пакет FR предназначен $\tilde{V}_2 \in \tilde{R}_1$, то он принимается \tilde{U}_2 только если код g' исключает ДФ e).

При решении о некорректности служебной информации, содержащейся в области h^0 пакета, в адрес \tilde{V}_1 направляется пакет XR [98, 102, 107, 108, 109].

4.4 Процедура регистрации двухсторонней замкнутой группы пользователей \tilde{S}

Обмен пакетами в \tilde{S} и \tilde{S}_1 контролируется путём автоматической регистрации и аннулирования ДФ. Далее, изложение ведётся применительно к \tilde{S} , однако процедуры в той же степени правомерны и для \tilde{S}_1 [45, 71, 98, 102, 107, 108, 109, 122].

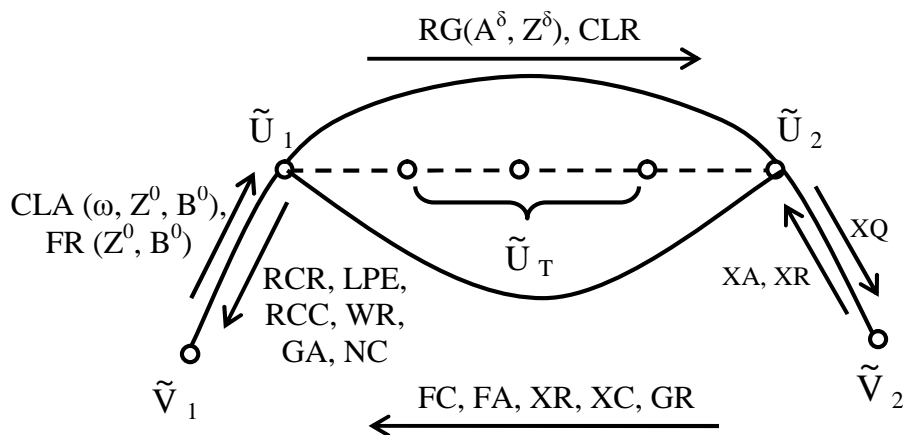


Рисунок 4.4 – Действия \tilde{U}_1 при инициации процедуры регистрации

При инициации со стороны пользователя \tilde{V}_1 , характеризующегося номером A^0 , в пакет FR запроса данной ДФ включается местный индекс Z^0 и номер B^0 пользователя \tilde{V}_2 (Рисунок 4.4). В узле \tilde{U}_2 на уровне L_3 обрабатывается область пакета Q' и выявляется на основании кода IC корректность отношения $B_0 \leftrightarrow Z_0$, определяющего допустимость образования ЗГП с пользователями \tilde{V}_1 и \tilde{V}_2 . Возможны следующие случаи [98, 102, 107, 108, 109]:

1) номер B^0 еще не зафиксирован в зоне $M_{\tilde{U}_1}(Z^0, B^0)$ таблицы $M_{\tilde{U}_1}$ соответствия, которая включена в информационный фонд \tilde{U}_1 . Координаты зоны задаются полным и сокращенным адресами \tilde{V}_2 . Осуществляется фиксация номера B^0 и \tilde{U}_1 направляет в \tilde{U}_2 пакет RG , содержащий в области Q' признаки A^0 и Z^0 ;

2) номер B^0 уже зафиксирован в зоне $M_{\tilde{U}_1}(Z^0, B^0)$ но процедура регистрации не завершена, так как ответный пакет в направлении $\tilde{U}_2 \rightarrow \tilde{U}_1$ не получен, и, следовательно, признак ассоциации $m(B^0, Z^0)$ в этой зоне не установлен;

3) номер B^0 зафиксирован в зоне $M_{\tilde{U}_1}(Z^0, B^0)$, ответный пакет получен и признак ассоциации $m(B^0, Z^0)$ установлен. Таким образом, процедура регистрации к моменту окончания обработки области Q' пакета $\tilde{F}\tilde{R}$ завершена. Тогда $\tilde{F}\tilde{R}$ интерпретируется как повторный запрос данной ДФ, а в направлении $\tilde{U}_1 \rightarrow \tilde{V}_1$ посылается специальный пакет подтверждения запроса RCR ;

4) при невыполнении \tilde{U}_1 условия $B^0 \leftrightarrow Z^0$ в адрес \tilde{V}_1 посылается служебный пакет LPE локальной ошибки в признаках ЗГП. Наиболее вероятным событием здесь является искажение признаков B^0 и/или Z^0 при передаче по абонентскому каналу или при прохождении пакета FR через компоненты \tilde{U}_1 , не обнаруживаемое нижними иерархическими уровнями протоколов, но обнаруживаемое в \tilde{U}_1 при обработке области Q' заголовка пакета.

Действия \tilde{U}_2 . В процессе обработки области Q' пакета RG происходит обращение к зоне $M_{\tilde{U}_2}(Y^0, A^0)$ таблицы $M_{\tilde{U}_2}$ соответствия \tilde{U}_2 . Здесь Y^0 – местный индекс пользователя \tilde{V}_1 применяемый \tilde{U}_2 в процессе регистрации. Возможны следующие реализации [102, 107, 108, 109]:

1) номер A^0 уже зафиксирован в зоне $M_{\tilde{U}_2}(Y^0, A^0)$, т. е. от \tilde{V}_2 получен пакет XA подтверждения регистрации \tilde{S} в ответ на запросный пакет XQ , однако признак $m(A^0, Y^0)$ ассоциации еще не установлен, т. е. процедура регистрации не завершена. \tilde{U}_2 устанавливает признак $m(A^0, Y^0)$, связывает местные индексы Z^0 и

Y^0 и направляет в \tilde{U}_1 пакет FC завершения регистрации, область Q' которого включает местный индекс Y^0 ;

2) пакет XA от \tilde{V}_2 получен, признак ассоциации установлен и в зоне $M_{\tilde{U}_2}(Y^0, A^0)$ зафиксировано соотношение $Z^0 \leftrightarrow Y^0$. Тогда индекс Z^0 из области Q' пакета RG сравнивается с индексом Z^0 , записанным в этой зоне, и, в случае совпадения, в адрес \tilde{U}_1 направляется тот же пакет FC ;

3) если номер A^0 еще не зафиксирован в таблице соответствия $M_{\tilde{U}_2}$, то он фиксируется и в адрес \tilde{U}_1 передается служебный пакет FA «Запрос регистрации принят». Пакет же FC посылается только после поступления в \tilde{U}_2 пакета XA , содержащего признаки пользователя \tilde{V}_1 ;

4) если пользователь \tilde{V}_2 отказывается присоединиться к данной \tilde{S} , о чем оно сигнализирует служебным пакетом XR , то \tilde{U}_2 транслирует в адрес \tilde{U}_1 тот же пакет. Если же отказ \tilde{V}_1 от обмена и обработки производственных данных обусловлен другими причинами, например временной неработоспособностью DTE_2 , что подтверждается пакетом RNR , то в адрес \tilde{U}_1 направляется пакет неготовности XC .

Действия \tilde{U}_1 после получения ответного пакета от \tilde{U}_2 .

1) При поступлении от \tilde{U}_2 пакета FC в \tilde{U}_1 устанавливается признак ассоциации $m(B, Z)$, связываются местные индексы Y_0 и Z_0 , а в адрес \tilde{V}_1 – инициатора процедуры регистрации посылается пакет RCR подтверждения регистрации/аннулирования \tilde{S} .

2) При поступлении от \tilde{U}_2 пакета FA никакие изменения в зону $M_{\tilde{U}_1}(Z^0, B^0)$ не вносятся до окончания обработки области Q' пакета FC . В адрес \tilde{V}_1 может быть направлен служебный пакет с информацией в области Q' о том, что пакет FA в \tilde{U}_2 принят.

3) Если \tilde{U}_1 принимает любой из пакетов XR или XC , то вся информация в зоне $M_{\tilde{v}_1}(Z^0, B^0)$ стирается, а в направлении \tilde{V}_1 посылается пакет отказа WR .

Таким образом, процедура регистрации завершается на уровне L_3 после того, как права \tilde{V}_2 на образование \tilde{S} и вычислительные ресурсы среды корпоративного портала, необходимые для организации обмена пакетами в \tilde{S} , будут подтверждены. Невозможность завершения отвечает отсутствию вычислительных ресурсов среды корпоративного портала, а также отказу \tilde{V}_2 или неподтверждение его прав на образование \tilde{S} .

Соответствующие ответы направляются на уровень L_7 по стыкам a^0 и b^0 , после чего обмен пакетами может начинаться [98, 102, 107, 108, 109].

4.5 Процедура аннулирования двухсторонней замкнутой группы пользователей \tilde{S}

В область Q' пакета CLA запроса аннулирования, формируемого DTE_1 по команде, которая поступает по стыку a^0 , включаются признак w аннулирования \tilde{S} , местный индекс Z_0 и номер B_0 . В процессе анализа области Q' и обращения к зоне $M_{\tilde{v}_1}(Z^0, B^0)$ таблицы соответствия $M_{\tilde{v}_1}$, возможные следующие ситуации [98, 102, 107, 108, 109]:

1) Номер B_0 зафиксирован в зоне $M_{\tilde{v}_1}(Z^0, B^0)$, тогда \tilde{U}_1 направляет в \tilde{U}_2 пакет CLR аннулирования \tilde{S} . В область Q' этого пакета записываются признаки A^0, B^0, Y^0, w . Кроме того, из информационного фонда \tilde{U}_1 стирается признак ассоциации $m(B^0, Z^0)$.

2) Номер B^0 не зафиксирован в зоне $M_{\tilde{v}_1}(Z^0, B^0)$, тогда \tilde{U}_1 направляет в \tilde{V}_1 пакет RCC . Приняв пакет CLR , \tilde{U}_2 после выявления признака w и общего анализа области Q' обращается к зоне $M_{\tilde{v}_2}(Y^0, A^0)$ своей таблицы соответствия. Если признаки A^0 и Y^0 в пакете совпадают со служебной информацией, записанной в

этой зоне, то вся данная информация стирается так же, как и признак ассоциации $m(A^0, Y^0)$. Информационные массивы, относящиеся к обмену и обработке производственных данных в ЗГП, далее DTE_2 по стыку b^0 не принимаются, \tilde{U}_2 направляет в адрес \tilde{U}_1 пакет GR завершения аннулирования. Приняв GR в ответ на CLR , \tilde{U}_1 стирает всю служебную информацию, записанную в зоне $M_{\tilde{U}_1}(Z^0, B^0)$. Любой массив, относящийся к данной \tilde{S} , который поступает на уровень L_3 по стыку a^0 , далее DTE_1 не принимается. Последний этап процедуры аннулирования \tilde{S} состоит в передаче по абонентскому участку пакета подтверждения аннулирования GA .

Таким образом, \tilde{S} аннулируется при условии полной информированности \tilde{V}_1 и \tilde{V}_2 о проведении данной процедуры.

Контроль допустимой длительности процедуры регистрации и аннулирования выполняется путем включения в \tilde{U}_1 тайм-аутов длительностью T_1' и T_2' после передачи пакетов соответственно FR и CLR . По истечении T_1' или T_2' при условии, что возможные ответные пакеты от \tilde{U}_2 не поступили, \tilde{U}_1 направляет в адрес \tilde{V}_1 пакет NC , область Q' которого включает признак, определяющий отсутствие вычислительных ресурсов среды корпоративного портала для доставки FR или CLR вследствие переполнения коммуникационной среды, потери этих пакетов в каналах межузловой сети или в коммуникационных узлах, а также по другим причинам [98, 102, 107, 108, 109].

4.6 Процедуры передачи пакетов вызова в двухсторонней замкнутой группе пользователей \check{S}

В пределах сформированной \check{S} пользователь-инициатор \tilde{V}_1 направляет в \tilde{U}_1 пакет вызова FR , который может включать данные пользователя. В область Q' пакета FR вводятся признаки Z^0 и B^0 . После выявления этой области в \tilde{U}_1

происходит обращение к признаку ассоциации $m(B^0, Z^0)$. Если этот признак установлен, пакет FR направляется в \tilde{U}_2 . Если условие $B^0 \leftrightarrow Z^0$ не выполняется, пакет стирается, а в адрес \tilde{V}_1 передается пакет XR , область Q' которого может содержать служебные сведения относительно пакета FR , в том числе его порядковый номер в заданной системе нумерации и время отправления из \tilde{V}_1 . Последний случай отвечает, например, событию, когда пакет FR отправляется до получения DTE_1 пакет RCC . Тоже действия выполняются и тогда, когда пакет FR содержит местный индекс Z^0 , недопустимый в данной \check{S} , и в ряде других аналогичных случаев.

Рассмотрим наиболее типичные ситуации [98, 102, 107, 108, 109].

1) Одновременно выполняются условия $\tilde{V}_1 \in \check{S}$ $\tilde{V}_1 \in \check{R}$. Тогда вызовы, соответствующие \check{S} и \check{R} , характеризуются различными кодами IC и обрабатываются \tilde{U}_1 независимо. Отклонение пакета вызова может иметь место только при несовместимости признаков области Q' его заголовка с признаками обеих групп, записанными в таблице соответствия $M_{\tilde{U}_1}$.

2) $\tilde{V}_1 \in \check{S}_1$ и направляет пакет вызова FR с признаками B^0 или Z^0 , которые не допустимы в данной ЗГП. Тогда пакет FR не отклоняется, а обрабатывается \tilde{U}_1 как вызов от пользователя с исходящим доступом.

Транзитные узлы \tilde{U}_T обрабатывают вызовы, связанные с \check{S} или \check{S}_1 , как обычные пакеты.

Оконечный принимающий узел \tilde{U}_2 в общем случае определяет после анализа области Q' заголовка назначения пакета FR для пользователя, принадлежащего к \check{S} или \check{S}_1 . В случае положительного решения пакет FR направляется в адрес \tilde{V}_2 , а отрицательного – в адрес \tilde{U}_1 следует пакет XR . Учитывая предшествующую процедуру регистрации в коммуникационной среде корпоративного портала, не характеризующейся чрезмерно жесткими

требованиями к вероятности несанкционированного выхода пакета за пределы \check{S} или \check{S}_1 , этап определения $\tilde{V}_2 \in \check{S}$ может исключаться.

Отклонение вызова FR возможно и при положительном решении относительно принадлежности \tilde{V}_1 и \tilde{V}_2 к \check{S} или \check{S}_1 . Наиболее вероятное событие здесь состоит во временной неготовности \tilde{V}_2 вследствие неисправности технических или программных средств, а также при работе по расписанию. Обмен служебной информацией между \tilde{U}_2 и \tilde{V}_2 в этом случае осуществляется в рамках средств обмена и обработки производственных данных среды корпоративного портала.

Если в \tilde{U}_2 поступает пакет FR , предназначенный для $\tilde{V}_2 \in \check{S}$ или $\tilde{V}_2 \in \check{S}_1$, а область γ' заголовка пакета задает ДФ, отличную от образования двусторонней ЗГП, то \tilde{U}_2 отклоняет вызов и посылает в \tilde{U}_1 пакет XR [98, 102, 107, 108, 109].

4.7 Процедура формирования мер защиты пакетов в замкнутой двусторонней группе пользователей

Повышенные требования в отношении вероятностей потери пакета и засылки пакета не по адресу за пределы ЗГП предопределяют необходимость применения дополнительных алгоритмических мер защиты пакета в целом, а также отдельных элементов его заголовка. В качестве этих мер, в первую очередь, рассматриваются следующие [102, 107, 108, 109]:

1) Введение дополнительной избыточности во все рассмотренные ранее пакеты регистрации и вызова в пакеты, определяющие реакцию \tilde{U}_1 , \tilde{U}_2 и \tilde{V}_2 на поступивший пакет, и дополнительных локальных процедур в \tilde{U}_1 , \tilde{U}_2 и \tilde{U}_T по защите этих пакетов. Первое направление может быть реализовано путем перехода в области защиты кадра от степени 16 образующего полинома циклического кода к степени 24 или 32. Второе направление состоит в

параллельной обработке пакетов в технических средствах коммуникационных узлов в сочетании с программным контролем корректности обработки.

2) Дополнительная защита указанных пакетов не в целом, а лишь их некоторых элементов, наиболее существенных с точки зрения регистрации \check{S} или \check{S}_1 , а именно, местных индексов Z^0 и Y^0 и номеров A^0 и B^0 . Помимо общей защиты информационной области кадра HDLC, включающей заголовок пакета и поле данных пользователя, каждый из элементов Z^0 , Y^0 , A^0 и B^0 может кодироваться групповым кодом (n_i, k_i) . Контроль дополнительных проверочных соотношений и реализация избыточности $r_i = n_i - k_i$ выполняются в \tilde{U}_1 и/или \tilde{U}_2 на уровне средств обмена и обработки производственных данных, отвечающем обработке области пакета Q' . При нарушении дополнительных проверочных соотношений (синдром не равен 0) в адрес \tilde{V}_1 и/или \tilde{U}_1 посылается служебный пакет SP отклонения пакета, содержащий сведения о регистрации \check{S} или \check{S}_1 даже если по результатам общей проверки элементов заголовка никаких нарушений не было обнаружено.

Аналогичный принцип правомерен и для защиты кода IC в пакетах, соответствующих \check{R} .

3) Идентификация абонентских участков $\tilde{V}_1 - \tilde{U}_1$ и/или $\tilde{U}_2 - \tilde{V}_2$. Данная мера может быть реализована путем включения в пакет FR и/или специальный служебный пакет, передаваемый от \tilde{U}_2 к \tilde{V}_2 , идентификатора, который определяет признак линии, и передачи в обратных направлениях ответных служебных пакетов с известными кодами – идентификаторами.

Рассмотренные принципы организации обмена и обработки производственных данных и служебными пакетами в ЗГП ориентированы на применение на стыке оборудования пользователя и коммутационного оборудования среды корпоративного портала, построенной по принципу коммутации пакетов и применение характерных для нее форматов заголовков пакетов. Все специфические признаки, необходимые для формирования и

последующего аннулирования группы, а также доставок пакетов вызова, включаются в поле дополнительных функций пакета.

Имея в виду другие классы пользователей и процедуры взаимодействия оборудования пользователей и коммутационного оборудования среды корпоративного портала территориально распределённых предприятий транспортировки газа, следует отметить, что и здесь целесообразна организация в общем случае аналогичных этапов регистрации, вызова и аннулирования и введение тех же мер защиты признаков замкнутой группы. Однако, должны применяться не пакеты, а другие информационные массивы, прежде всего, сообщения со служебной областью, допускающей размещение в ней команд и ответов для всех процедур формирования и аннулирования групп, а так же обмена и обработки данных в рамках ЗГП, в том числе и двусторонней группы [102, 107, 108, 109].

4.8 Выводы по главе

В четвертой главе представлен алгоритм распределения доступа к производственным данным транспортировки газа в среде корпоративного портала. Алгоритм базируется на дополнительных функциях обмена и обработки производственных данных, и служит основой для формирования замкнутых групп пользователей (ЗГП) и распределения их доступа к данным в корпоративном портале. Образование замкнутых групп пользователей (обозначаемых далее \tilde{R}) и двусторонних замкнутых групп пользователей (\tilde{S}) является одной из ДФ, наиболее присущих среде корпоративного портала предприятия при использовании принципа коммутации пакетов, характеризующих массивы производственных данных. Соответствующие алгоритмические средства позволяют формировать группы, характеризующиеся различными комбинациями ограничений входящего или исходящего потока производственных данных

применительно к совокупности пользователей, принадлежащих к группе. ДФ может назначаться для конкретного пользователя на известный период.

Помимо своего основного назначения, образование замкнутых групп пользователей способствует в известной степени и решению задач, не связанных непосредственно с защитой от несанкционированного доступа. К ним относятся: дополнительная защита от потерь производственных данных, включающих данные пользователя, и их засылок не по адресу; ограничение потока производственных данных в коммуникационной среде корпоративного портала и, следовательно, очередей пакетов в компонентах среды портала.

Рассмотренные принципы организации обмена и обработки производственных данных (информационные и служебные пакеты в ЗГП) ориентированы на стык оборудования пользователя и коммуникационного оборудования среды корпоративного портала и предусматривают применение для них специфических протокольных примитивов. Все специфические признаки, необходимые для формирования и последующего аннулирования группы пользователей производственных данных, а также доставок протокольных примитивов, включаются в поле дополнительных функций пакетов, характеризующих обмен и обработку производственных данных.

В случае возникновения других классов пользователей производственных данных и процедур взаимодействия пользователей в среде корпоративного портала территориально распределённых предприятий транспортировки газа, следует отметить, что и здесь целесообразна организация в общем случае аналогичных этапов регистрации, вызова и аннулирования, и введение тех же мер защиты признаков замкнутой группы. Однако, в отличие от стандартных процедур взаимодействия компонентов среды, должны применяться не пакеты, а другие информационные массивы, например, сообщения со служебной областью, допускающей размещение в ней команд и ответов для всех процедур формирования и аннулирования групп, а так же обмена и обработки данных в рамках ЗГП, в том числе и двусторонней группы.

ГЛАВА 5. ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ОБМЕНА И ОБРАБОТКИ ДАННЫХ В СРЕДЕ КОРПОРАТИВНОГО ПОРТАЛА ТЕРИТОРИАЛЬНО РАСПРЕДЕЛЁННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ ТРАНСПОРТИРОВКИ ГАЗА

5.1 Общие подходы к разработке имитационной модели обмена и обработки производственных данных

Имитационное моделирование нашло широкое применение для исследования процессов в коммуникационной среде корпоративных порталов. Востребованность имитационного моделирования для процесса обмена и обработки данных в коммуникационной среде корпоративного портала вызвана значительным её масштабом, сложностью и разнородностью передаваемых производственных данных. Исследования в области имитационного моделирования обмена и обработки производственных данных в коммуникационных средах корпоративного портала осуществляют не только производители сетевого оборудования, но и крупные научно-исследовательские институты [5, 6, 13, 14, 18, 30, 46, 47, 50, 75, 99, 100, 104, 109, 113].

Методы информационного моделирования обычно классифицируются [5, 75, 109, 113] на два типа: физические (натурные) и математические. Последние, в свою очередь, могут быть статическими и динамическими.

Статические модели базируются на теории массового обслуживания, предполагают применение аналитических методов расчета [113]. Динамические модели, в свою очередь, позволяют получать характеристики потока данных коммуникационной среды корпоративного портала, показатели качества обслуживания (КО) в элементах коммуникационной среды, эффективность работы протоколов обмена и обработки производственных данных, алгоритмов управления очередями в компонентах коммуникационной среды [5, 13, 75, 113].

Динамические модели создаются как дискретные. Это связано с тем, что аналитическими выражениями нельзя описать неоднородные процессы обмена и

обработки производственных данных в коммуникационной среде корпоративного портала. Кроме того в коммуникационной среде корпоративного портал, голосовой поток данных связанный с аварийными и внештатными ситуациями характеризуется случайным возникновением нагрузки на промежуточные компоненты среды корпоративного портала и вызывают необходимость применения стохастических моделей. Связь моделируемых процессов обмена и обработки производственных данных с реальными временными интервалами определяет их событийность в разрабатываемой модели [5, 13, 46, 75, 113].

Указанные обстоятельства обуславливают, что значительная часть современных оболочек имитационного моделирования для процессов обмена и обработки производственных данных в среде корпоративного портала основывается на динамической дискретной событийной модели. Целью построения имитационной модели является исследование агрегированного потока производственных данных в среде корпоративного портала территориально распределённых предприятий транспортировки газа с существенной долей голосового трафика в типовой конфигурационной топологии среды. Для этого наиболее целесообразно использование специализированных программных симуляторов с достаточно простыми алгоритмами реализации функций обмена и обработки данных для использования модели администратором корпоративного портала и разработчиками коммуникационной среды корпоративного портала.

Поэтому в данном исследовании более интересны программы-симуляторы в открытых кодах, так называемые "open source" программы, которые свободно распространяются в интернете [13, 24, 109, 113].

Лидером среди таких open source симуляторов является network simulator-3. На этом симуляторе базируется большинство результатов в научных публикациях, связанных с исследованием коммуникационных сред [13, 89, 109, 113].

В этой главе будет построена имитационная модель агрегированного потока обмена и обработки производственных данных на базе симулятора ns-3.

Достоинством выбранной программной среды является то, что она может работать с любой операционной системой, а архитектура ядра является объектно-ориентированной, и строится на языке C++. Базовым языком программирования для реализации модулей и написания сценариев имитационного моделирования является OTCL/TCL. Топология коммуникационной среды состоит из компонентов корпоративного портала и каналов передачи данных. Агенты сетевых транспортных протоколов (TCP, RTP, UDP, и др.) присоединяются к компонентам корпоративного портала и организуют между собой протокольные соединения. Программная оболочка в связи с наличием протокола реального времени хорошо подходит для моделирования процесса обмена и обработки производственных данных в среде корпоративного портала территориально распределённых предприятий транспортировки газа (Рисунок 5.1).

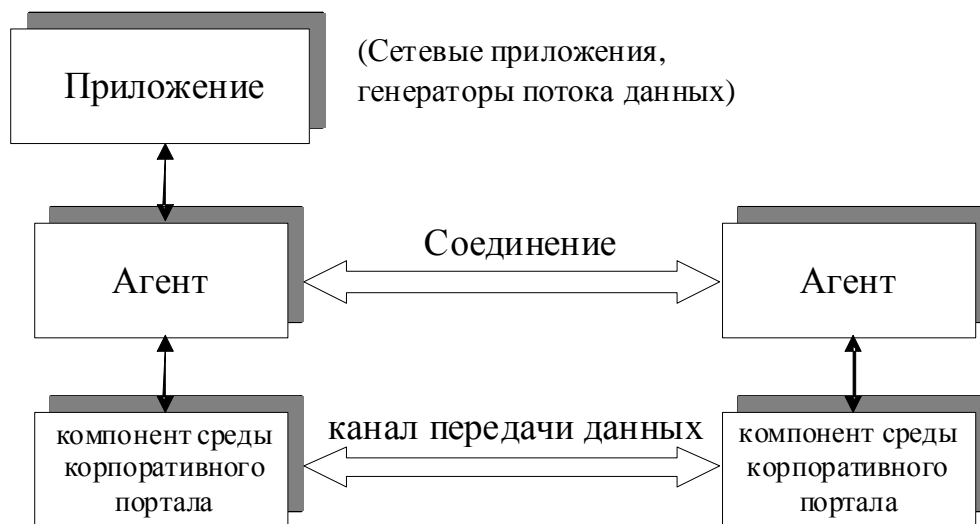


Рисунок 5.1 – Архитектура уровней симулятора ns-3 [113]

Для работы генераторов потока производственных данных используются математические модели случайных процессов, в том числе марковская ON/OFF-модель. В программной оболочке можно провести изучение поведения простых потоков производственных данных и механизмов борьбы с перегрузками в коммуникационной среде корпоративного портала. В программной оболочке поддерживаются основные сетевые протоколы, являющиеся основой коммуникационной среды, что позволяет произвести моделирование поведения

различных потоков обмена и обработки производственных данных на основе широко используемых протоколов (например – FTP, Telnet, Web, CBR, VBR) и реализовать современные алгоритмы маршрутизации. В состав симулятора входят программные блоки реализующие управление очередями в компонентах коммуникационной среды корпоративного портала: RED, CBQ, WFQ, FIFO с механизмом отбрасывания конца очереди и др. [13, 50, 46, 113].

Чтобы провести эксперимент для имитационной модели на симуляторе пользователю необходимо: разработать сценарий имитационной модели, написать её на языке TCL. В сценарий входит: описание топологии коммуникационной среды корпоративного портала, используемые протоколы, объем работ (количество событий, происходящих при моделировании процесса обмена и обработки производственных данных) и параметры контроля. В качестве результирующих данных, ns-3 выдает характеристики процессов обмена и обработки через количество пакетов: посланных, доставленных, потерянных и ретранслированных каждым источником. Эти данные, как правило, записываются в специальный трассировочный файл. Так же, в состав программной среды включена программа анимации – network animator, которая позволяет записывать данные моделирования в выходной трассировочный файл и позволяет визуально наблюдать динамику всего процесса эксперимента [13, 30, 89, 99, 100, 104, 109, 113].

5.2 Параметрическая имитационная модель для исследования пакетного голосового трафика в коммуникационной среде корпоративного портала

Для разработки параметризированной имитационной модели для исследования процессов обмена и обработки производственных данных в среде корпоративного портала с существенной долей голосового потока данных, параметры имитационной модели разбиваются на группы [113]:

- параметры процесса обмена и обработки производственных данных (для

потоков данных различных типов);

- параметры задания топологии коммуникационной среды корпоративного портала (два класса топологий – A и B);
- конфигурирование компонентов коммуникационной среды корпоративного портала;
- задание сессии моделирования процессов обмена и обработки производственных данных;
- выбор метрик и выходных результатов моделирования процессов обмена и обработки производственных данных.

5.2.1 Модель коммуникационной нагрузки

На первоначальном этапе определяются параметры, которые характеризуют тип потока производственных данных. Они будут составлять группу коммуникационной нагрузки. Для описания поведения агрегированного потока данных при прохождении через компоненты коммуникационной среды корпоративного портала используется обобщенная модель с механизмом AQM [113, 150, 151, 159].

Данная математическая модель подходит для рассмотрения процесса обмена и обработки голосового потока данных (VoIP) коммуникационной среды корпоративного портала. Голосовой поток данных характеризуется как неадаптивный UDP-трафик. Он генерируется элементом среды корпоративного портала, процесс работы которого описывается ON/OFF марковским случайным процессом. Марковский ON/OFF процесса $x(t)$ с экспоненциально распределенными ON/OFF периодами времени может быть формализован с использованием Пуассоновского стохастического дифференциального уравнения:

$$dx(t) = (1 - x(t))dN_1(t) - x(t)dN_2(t), \quad x(0) \in \{0,1\} \quad (5.1)$$

где $N_1(t)$ и $N_2(t)$ – Пуассоновские счетчики, интенсивность которых обозначается λ и μ . Пуассоновский счетчик процесса обмена и обработки производственных данных N для потока пакетов равен:

$$dN = \begin{cases} 1, & \text{при поступлении пакета} \\ 0, & \text{в противном случае} \end{cases}$$

$$E[dN] = \lambda dt,$$

где λ – интенсивность потока пакетов Пуассоновского процесса. Взяв математическое ожидание с двух сторон дифференциального уравнения (5.1), в результате получается:

$$\frac{d}{dt} E[x(t)] = (1 - E[x(t)]\lambda - E[x(t)]m) \quad (5.2)$$

В устойчивом состоянии:

$$x_0 = E[x] = \lambda / (\lambda + m) \quad (5.3)$$

Для того, чтобы вычислить корреляцию, рассматривается:

$$dx(t)x(0) = (1 - x(t))x(0)dN_1(t) - x(t)x(0)dN_2(t) \quad (5.4)$$

Беря математическое ожидание с обеих сторон, получается:

$$\frac{d}{dt} E[x(0)x(t)] = -(\lambda + m)E[x(0)x(t)] + \lambda E[x(0)] \quad (5.5)$$

с начальным условием $E[x(0)x(0)] = E[x(0)] = \lambda / (\lambda + m)$.

Решением уравнения является:

$$E[x(0)x(t)] = \frac{\lambda}{(\lambda + m)^2} (me^{-(\lambda+m)t} + \lambda), \quad t > 0. \quad (5.6)$$

Эта математическая модель может описывать только поведение генератора голосового потока данных. Чтобы более подробно изучить процесс обмена и обработки голосового потока данных в среде корпоративного портала нужно разработать имитационную модель.

Первым компонентом потока производственных данных в среде корпоративного портала является модель голосового потока данных. Задаётся компонент среды корпоративного портала с потоком производственных данных V , который поддерживает num_voip голосовых сеансов. Таким образом данный компонент коммуникационной среды корпоративного портала будет моделировать шлюз IP-телефонии с num_voip числом голосовых каналов. Другие источники голосового потока данных можно задать в виде компонентов среды

корпоративного портала $V_{1...V_{num_voip}}$, которые имеют канал передачи данных с V . Характеристики голосовых сеансов зависят от типа используемого кодека и структурны модели генератора голосового потока данных. По умолчанию, характеристика потока данных при использовании типа кодека G.711 и G.729 примут значения, представленные в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Характеристики имитационной модели голосового трафика в терминах ns-3

| Параметр модели | Функция параметра | кодек G.711 | кодек G.729 |
|------------------------------|---|---|---|
| <i>packetSize_</i> | размер пакета (байт) | 200 | 60 |
| <i>rate_</i> | ширина полосы пропускания голосовых пакетов (Кбит/сек) | 83 | 26.4 |
| | с разрешением функции сRTP (Кбит/сек) | 68 | 11.2 |
| | с разрешением функции VAD (Кбит/сек) | 54 | 17.2 |
| | с сRTP & VAD (Кбит/сек) | 44 | 7.3 |
| <i>interval_</i> | интервал между пакетами (мсек) без функции VAD | 20 | 20 |
| <i>burst_time_</i> | время ON-периода (сек) с функцией VAD | 1.004 | 1.004 |
| <i>idle_time_</i> | время OFF-периода (сек) с функцией VAD | 1.587 | 1.587 |
| <i>Application/Traffic/D</i> | Функция распределения интервалов ON/OFF-периодов с функцией VAD | <i>Application/Traffic/ Exponential</i> | <i>Application/Traffic/ Exponential</i> |

Также пользователь может менять значения этих параметров.

Вторым компонентом потока производственных данных в среде корпоративного портала является модель обмена и обработки TCP-потока производственных данных. Чтобы описать поведение TCP-потока производственных данных при прохождении через компоненты коммуникационной среды корпоративного портала используется динамическая потоковая модель протокола TCP [113, 150, 151]. Данную модель процесса обмена и обработки TCP-потока производственных данных в коммутационной среде корпоративного портала можно описать двумя нелинейными дифференциальными уравнениями (модель будет иметь упрощённый вид, в ней не будут учитываться тайм-ауты) [113]:

$$W'(t) = \frac{1}{R(t)} - \frac{W(t)W(t-R(t))}{2R(t-R(t))} p(t-R(t)), \quad (5.7)$$

$$q'(t) = \frac{W(t)}{R(t)} N(t) - C, \quad (5.8)$$

где $x'(t)$ – производная по времени от x . Остальные переменные уравнений означают нижеперечисленные параметры протокола:

W – размер окна ТСП, измеряется в пакетах производственных данных;

q – длина очереди, измеряется в пакетах производственных данных;

R – round-trip time (RTT) = $\frac{q}{C} + T_p$, измеряется в секундах;

C – ширина пропускания канала передачи данных, измеряется в пакетах/сек;

T_p – задержка распространения пакетов производственных данных, сек;

N – количество сеансов ТСП;

P – вероятность сброса пакета производственных данных из очереди в маршрутизаторе.

Размер окна W и длина очереди q принимают положительные значения на следующих интервалах [113]:

$q \in [0, \bar{q}]$, \bar{q} – максимальный размер очереди,

$W \in [0, \bar{W}]$, \bar{W} – максимальный размер окна.

Интервал значения вероятности сброса пакетов производственных данных составляет $[0,1]$. Достоинством представленной модели, является то, что по её данным можно отследить динамику изменения длины очереди. Но, при большом количестве разнородных видов потоков данных в коммутационной среде корпоративного портала возникают сложные процессы, которые мешают получать достоверные результаты, и правильным решением в этих случаях, является применение имитационной модели [113].

В данной имитационной модели определяется компонент среды корпоративного портала W , который обуславливает ТСП-поток производственных данных через компонент коммуникационной среды в составе общего агрегированного потока данных среда корпоративного портала. Поток данных,

направленный от web-сервера к web-клиентам, создаётся num_web клиентами. Поток данных для W формируется в компонентах среды корпоративного портала $W_1 \dots W_{num_web}$.

Таблица 5.2 – Параметры имитационной модели web-потока данных в терминах ns-3

| Название параметра модели | Функция параметра | Распределение | Среднее значение |
|---------------------------|--|------------------|-----------------------|
| <i>interSession</i> | время между сеансами (сек) | Экспоненциальное | 1 |
| <i>Session Size</i> | количество страниц в сеансе | Константа | 5 |
| <i>Page Size</i> | количество объектов страницы | Парето | 4 $\alpha = 1.2$ |
| <i>InterPage</i> | время между двумя запросами (сек) | Экспоненциальное | 5 |
| <i>ObjSize</i> | длина объекта (Кбайт) | Парето | 12 $\alpha = 1.2$ |
| <i>InterObj</i> | время между выкачкой двух объектов (сек) | Парето | 0,5 $\alpha = 1.5$ |
| <i>Num_web</i> | количество web-клиентов | Константа | 0 |
| <i>Num_session</i> | количество сессий на одного клиента | Константа | 2 |

Длительные сеансы обмен и обработка производственных данных, в основе которых лежат протоколы ftp, составляют дополнительный вид ТСП-потока передачи данных коммутационной среды корпоративного портала. Этот поток данных формируется в компонент среды корпоративного портала F . Поток данных для F формируется в компонентах среды корпоративного портала $F_1 \dots F_{num_ftp}$. Поведение модели процесса обмена и обработки производственных данных протокола ftp определяется параметрами ТСП-сессии, такими как: тип ТСП-реализации, длина пакета данных и размер блока отправляемых данных).

5.2.2. Модели топологии и управления

Сперва необходимо определить топологические и конфигурационные параметры имитационной модели.

Различают два типовых вида топологической связи между компонентами коммуникационной среды корпоративного портала, которые принципиально влияют на процесс обмена и обработки потока производственных данных в

коммуникационной среде корпоративного портала.

Первый вид топологии коммуникационной среды корпоративного портала A – называется "узкое горло" (Рисунок 5.2). По средствам данной модели можно имитировать перегрузку в конкретном компоненте коммуникационной среды корпоративного портала при смешивании потоков производственных данных из различных источников. Второй вид топологии B (Рисунок 5.3), строится склеиванием элементов топологии A и называется магистральной топологией, она даёт возможность отследить увеличение нагрузки после пропускания потока производственных данных через серию компонентов коммуникационной среды корпоративного портала [113].

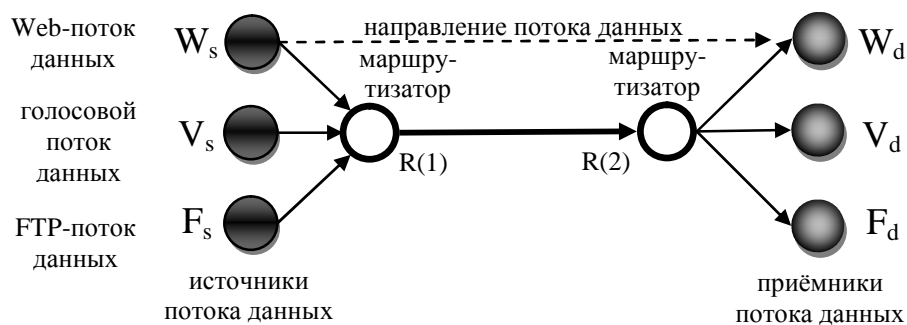


Рисунок 5.2 – Топологическая схема имитационной модели класса A [113]

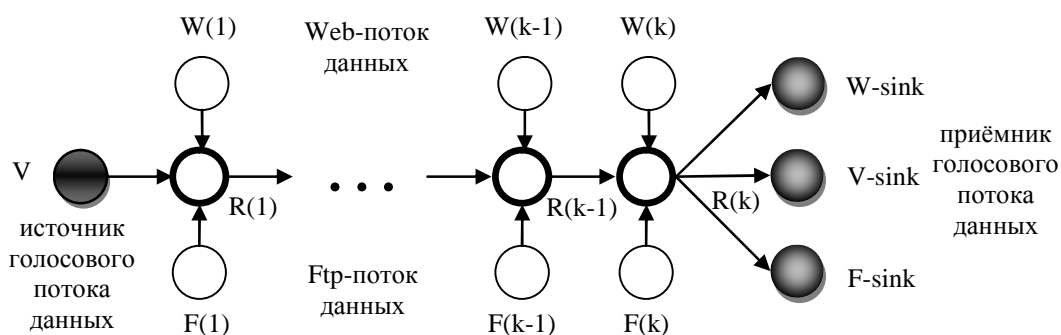


Рисунок 5.3 – Топологическая схема имитационной модели класса B [113]

В каждом компоненте коммуникационной среды работает один из алгоритмов контроля перегрузки: RED, CBQ, DropTail и разработанный в исследовании модифицированный RED-алгоритм (mRED). Параметры активного управления очередью пакетов производственных данных в коммуникационной среде корпоративного портала также устанавливаются в этой группе параметров. Имитационная модель процесса обмена и обработки производственных данных в

коммуникационной среде корпоративного портала будет проверяться на адекватность по следующим выходным данным: задержка пакетов данных, джиттер, процент потери пакетов данных. При использовании алгоритмических средств управления очередью пакетов данных типа RED, необходимо рассмотреть такие характеристика как: утилизация канала и поведение средней длины очереди в компоненте коммуникационной среды корпоративного портала. Для упрощения, в случаях применения топологической модели B , в промежуточных компонентах коммуникационной среды портала будет применяться только TCP-поток данных (web- и ftp- поток данных). На рисунке 5.3 обозначены: $R(i)$ – компоненты коммуникационной среды портала, $W(i)$ и $F(i)$ – виды потоков производственных данных [113].

Дополнительные параметры имитационной модели процесса обмена и обработки производственных данных в коммуникационной среде корпоративного портала показаны в таблице 5.3 [113]:

Таблица 5.3 – Конфигурационные параметры имитационной модели процесса обмена и обработки производственных данных в коммуникационной среде корпоративного портала

| Параметр модели | Функция параметра модели | Модель (группа) | По умолчанию |
|--|---|-----------------|--------------|
| Параметры топологии | | | |
| <i>Класс</i> | Выбор топологии | T(A/B) | A |
| <i>Количество компонентов коммуникационной среды портала</i> | Выбор топологии | T(A/B) | 1 |
| Параметры компонента коммуникационной среды | | | |
| <i>Скорость от канала источника</i> | Конфигурация компонентов коммуникационной среды | C(C) | 15 Мб/сек |
| <i>Задержка на канале источника</i> | Конфигурация компонентов коммуникационной среды | C(C) | 10 мс |
| <i>Размер очереди на компоненте коммуникационной среды</i> | Конфигурация компонентов коммуникационной среды | C(C) | 80 пакетов |
| Параметры промежуточных компонентов коммуникационной среды | | | |
| <i>Скорость канала от промежут. компон. коммуник. среды (маршрутизатора)</i> | Конфигур. промежут. компон. коммуник. среды. (маршрутизатора) | C(R) | 10 Мб/сек |
| <i>Задержка на канале промежут. компон. коммуник. среды (маршрутизатора)</i> | Конфигур. промежут. компон. коммуник. среды. (маршрутизатора) | C(R) | 14 мс |
| <i>Размер очереди на канале промежут. компон. коммуник. среды маршрутизатора</i> | Конфигур. промежут. компон. коммуник. среды. (маршрутизатора) | C(R) | 100 пакетов |

| | | | |
|--|------------------------------------|------|------------|
| <i>Алгоритм управления очередью</i> | Выбор алгоритма DT, RED, CBQ, mRED | C(R) | mRED |
| <i>min_th</i> | Нижний порог для RED/mRED | C(R) | 10 пакетов |
| <i>max_th</i> | Верхний порог для RED/mRED | C(R) | 30 пакетов |
| <i>m-max_th</i> | Порог желтой зоны для mRED | C(R) | 24 пакетов |
| Параметры сессии | | | |
| <i>Продолжительной сессии</i> | Задание сессии моделирования | C(S) | 60 сек |
| <i>Интервал запуска голосового потока данных</i> | Задание сессии моделирования | C(S) | [0;5] сек |
| <i>Интервал запуска web- потока данных</i> | Задание сессии моделирования | C(S) | [0;5] сек |
| <i>Интервал запуска voip- потока данных</i> | Задание сессии моделирования | C(S) | [0;5] сек |
| <i>Продолжительность ftp- потока данных</i> | Задание сессии моделирования | C(S) | 60 сек |
| <i>Продолжительность web- потока данных</i> | Задание сессии моделирования | C(S) | 60 сек |
| <i>Продолжительность голосового потока данных</i> | Задание сессии моделирования | C(S) | 60 сек |
| <i>Флаг создания трассировочных файлов</i> | Задание сессии моделирования | C(S) | Off |
| Параметры получения выходных данных | | | |
| <i>Флаги получения метрик</i> | Выбор выходных метрик | C(E) | On |
| <i>Моментальный размер очереди</i> | Выбор выходных метрик | C(E) | Off |
| <i>Средний размер очереди</i> | Выбор выходных метрик | C(E) | Off |
| <i>Вероятность сброса пакета</i> | Выбор выходных метрик | C(E) | Off |
| <i>Процент потерь пакетов</i> | Выбор выходных метрик | C(E) | On |
| <i>Задержка</i> | Выбор выходных метрик | C(E) | On |
| <i>Джиттер</i> | Выбор выходных метрик | C(E) | On |
| <i>Утилизация от промежут. компон. коммуник. среды</i> | Выбор выходных метрик | C(E) | On |

Каждому набору параметров потока данных в коммуникационной среде корпоративного портала имитационная модель выдаёт результаты выходных метрик качества обслуживания. Формализуя данную модель, можно представить её как вектор в трехмерном дискретном целочисленном пространстве соотношений типов потоков производственных данных $L = \{v_k, w_l, f_m\}$. Значение первой составляющей данного вектора равно числу источников голосового потока данных $\{v_k\}$, второй составляющей – числу web-клиентов $\{w_l\}$, третьей составляющей – числу ftp-источников $\{f_m\}$. При отсутствии какого-либо типа потока производственных данных соответствующая составляющая вектора принимает нулевое значение. Результатом эксперимента имитационного моделирования для каждого вектора дискретного пространства соотношений типов потоков производственных данных будут служить характеристики: усредненная задержка, джиттер, процент потерь пакетов данных.

Значение усредненной задержки равно среднему значению от суммы всех задержек между начальным и конечным компонентами коммуникационной среды корпоративного портала делённое на количество переданных пакетов данных.

Например, для голосового потока производственных данных усредненная задержка будет равна [113]:

$$d = \sum_{k=1}^{pkt_voip} D_k / pkt_voip, \quad (5.9)$$

где pkt_voip – количество отправленных пакетов голосового потока данных за время проведения каждого сеанса имитационного моделирования. Значение сглаженного джиттера определяется по формуле [113, 168]:

$$j = J(pkt_voip - 1) + \frac{(|D(pkt_voip - 1, pkt_voip)| - J(pkt_voip - 1))}{16}, \quad (5.10)$$

процент количества недоставленных пакетов данных равен:

$$l = \frac{pkt_voip - nn_voip}{pkt_voip} \times 100, \quad (5.11)$$

где nn_voip – количество принятых пакетов голосового потока производственных данных.

В результате получается, что для каждого вектора $L = \{v, w, f\}$ дискретного пространства соотношений типов потоков производственных данных имитационная модель выдаст для каждого вида потока данных вектор из пространства метрик качества обслуживания $QoS = \{d, i, j\}$. Для голосового потока производственных данных важно попадание вектора качества обслуживания в ту область дискретного пространства QoS , которая обеспечивает такое качество обмена и обработки данных, какое необходимо для речевого управления и своевременного доведения диспетчерских заданий, особенно при возникновении аварийных и нештатных ситуаций, на территориально распределённых предприятиях транспортировки газа. Чтобы оценить процесс обмена и обработки голосового потока производственных данных, а следовательно и качество речевого управления, нужно воспользоваться зонами качества [154], характеризующимися только двумя параметрами: процентами потерянных пакетов и односторонней задержкой (мсек). Значение джиттера становится неприемлемым для голосового потока производственных данных только при неприемлемых значениях задержки и процента потерь пакетов

голосового потока данных. Поэтому составляющую вектора качества обслуживания, отвечающую за значения джиттера можно исключить, и оценивать проекцию данного вектора на плоскость {задержка, потери} в пространстве QoS [113]. На рисунке 5.4 показаны 4 зоны на данной плоскости.

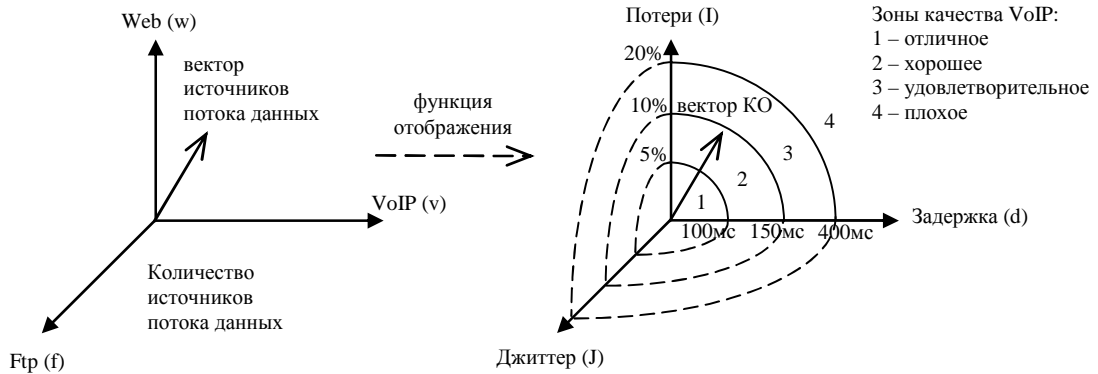


Рисунок 5.4 – Модель для изучения поведения голосового потока данных как функция отображения соотношений видов потоков данных в пространстве метрик качества обслуживания [113]

Попадание вектора значений метрик качества обслуживания в соответствующую зону означает: 1 – ($d < 100\text{мс}$, $l < 5\%$) величина и соотношение потоков данных в коммуникационной среде корпоративного портала при заданной топологии, конфигурационных параметрах каналов обмена и обработки производственных данных и механизмов управления процессом обмена и обработки данных не влияет на качество речевого управления; 2 – ($d < 150\text{мс}$, $l < 10\%$) качество речевого управления приемлемое; 3 – ($d < 400\text{мс}$, $l < 20\%$) коммуникационная среда корпоративного портала сильно нагружена; 4 – ($d > 400\text{мс}$, $l > 20\%$) качество речевого управления неприемлемо при имеющихся характеристиках коммуникационной среды корпоративного портала [5, 47, 109, 113, 154].

5.3 Построение программного имитационного стенда для проведения моделирования процесса обмена и обработки голосового потока данных в коммуникационной среде корпоративного портала

5.3.1 Архитектура имитационного программного комплекса

Для создания модели процесса обмена и обработки потока данных среды корпоративного портала, штатные средства симулятора ns-3 требуют написания некоторого параметризованного TCL-скрипта. Для запуска различных сценариев моделирования необходимо изменить соответствующие параметры в текстовом редакторе, запустить симулятор, и, с помощью графических приложений к нему, просмотреть и обработать результаты вручную. Так как точность моделирования прямо зависит от количества проведенных опытов за единицу времени и величины диапазона применяемых параметров, нужно иметь инструмент, обеспечивающий ускорение этого процесса [46, 50, 89, 99, 100, 104, 109, 113].

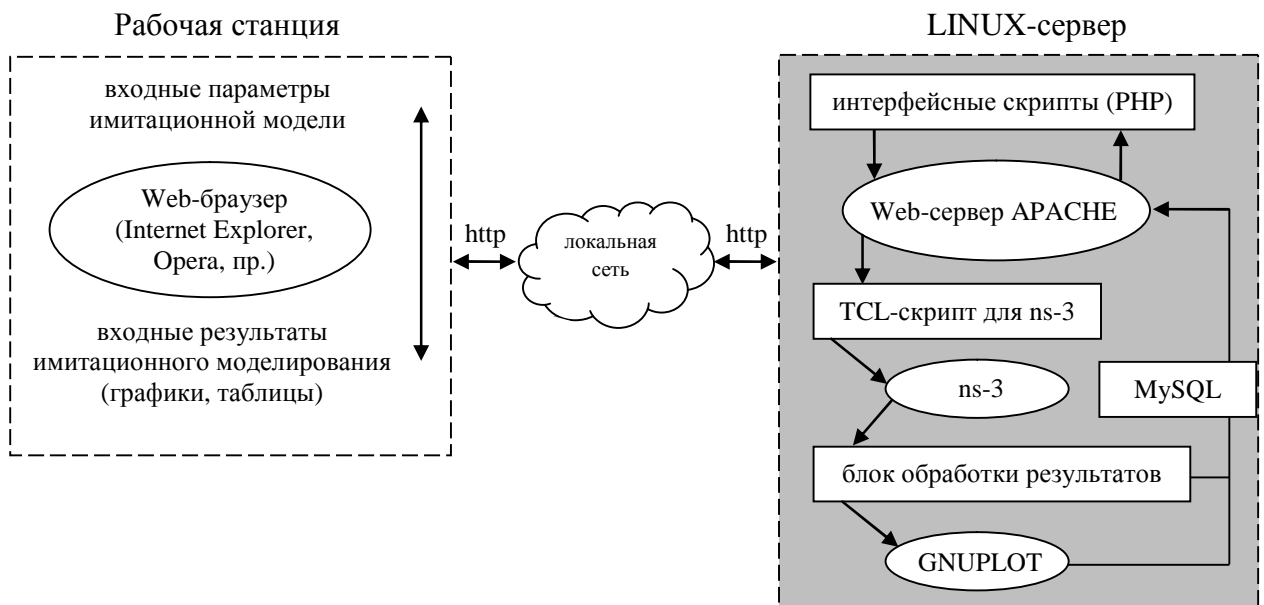


Рисунок 5.5 – Схема распределенного имитационного моделирования [113]

Программная реализация имитационной модели среды корпоративного портала построена на основе архитектуры "клиент-сервер", обеспечивающих взаимодействие компонентов. Для реализации сценариев моделирования блок имитирующий серверное приложение получает все необходимые параметры с

помощью Linux-сервера. Результаты моделирования передаются приложению, имитирующему компонент среды корпоративного портала [113].

Результаты проведенных сеансов моделирования записываются в виде файлов в отдельный архив. Их можно просмотреть как просто набор отдельных значений в таблице, или в графической форме. Важным моментом исследования является не просто изучение графиков, принадлежащих к одному сеансу моделирования, но и объединение на одном графике результатов, соответствующих разным сеансам.

Программная реализация имитационной среды корпоративного портала использует следующие языки программирования: C++, TCL, Http, Php (с использованием MySQL). Модифицированный алгоритм mRED используется для активного управления очереди компонента среды корпоративного портала (маршрутизатора), используется в ns-3 как отдельный программный блок инсталлированный на Linux-сервере.

Архитектура разработанной имитационной модели имитационного среды корпоративного портала характеризуется нижеперечисленными свойствами:

- компоненты имитационной модели относятся к программному обеспечению с открытым кодом и могут быть подвержены модификации;
- совместное использование Apache + PHP + MySQL обеспечивает высокий уровень быстродействия;
- обновление производственных данных, обмен ими и обработка для компонентов среды корпоративного портала производится на веб-сервере, к которому предъявляются серьёзные требования;
- требования к скорости в каналах передачи данных между клиентскими и серверными приложениями являются достаточно низкими, что является существенным для удалённых клиентов;
- использование в автоматизированных рабочих местах (клиентских компьютеров) требований к аппаратной части также являются незначительными.

Использование имитационной модели процесса обмена и обработки данных позволяет обеспечить решение ниже перечисленных задач:

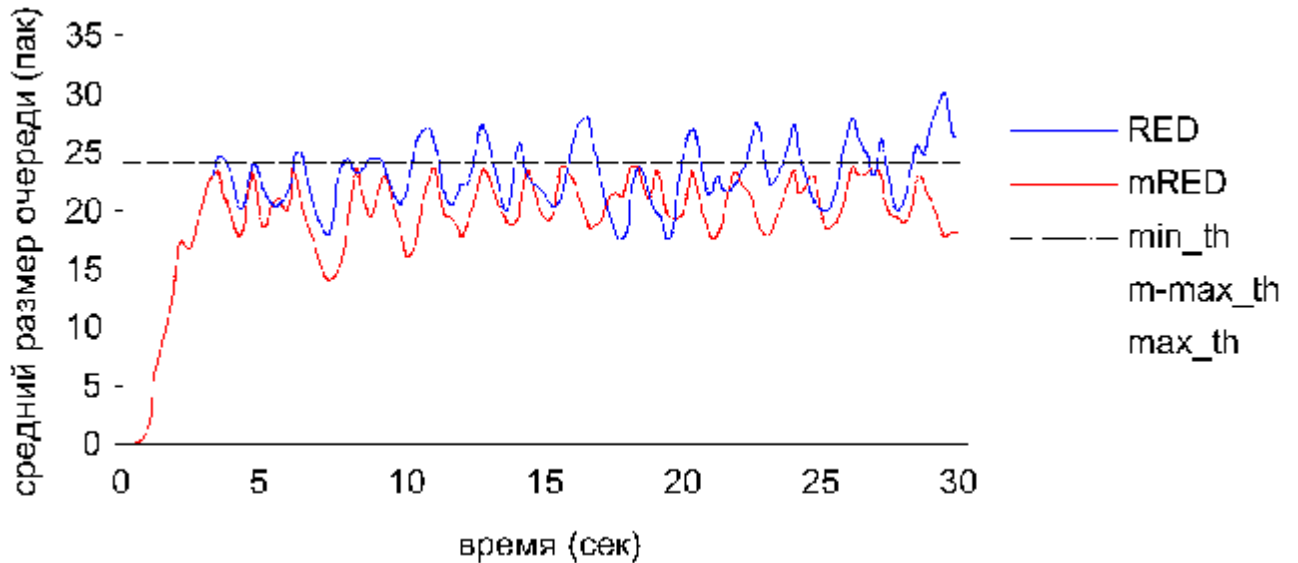
- обеспечить формирование коммуникационной среды корпоративного портала с агрегированным потоком производственных данных;
- повысить достоверность обмена, обработки и хранения информации, относящейся к производственным данным;
- обеспечить визуализацию процесса обмена и обработки данных;

5.3.2 Сценарии моделирования процесса обмена и обработки производственных данных

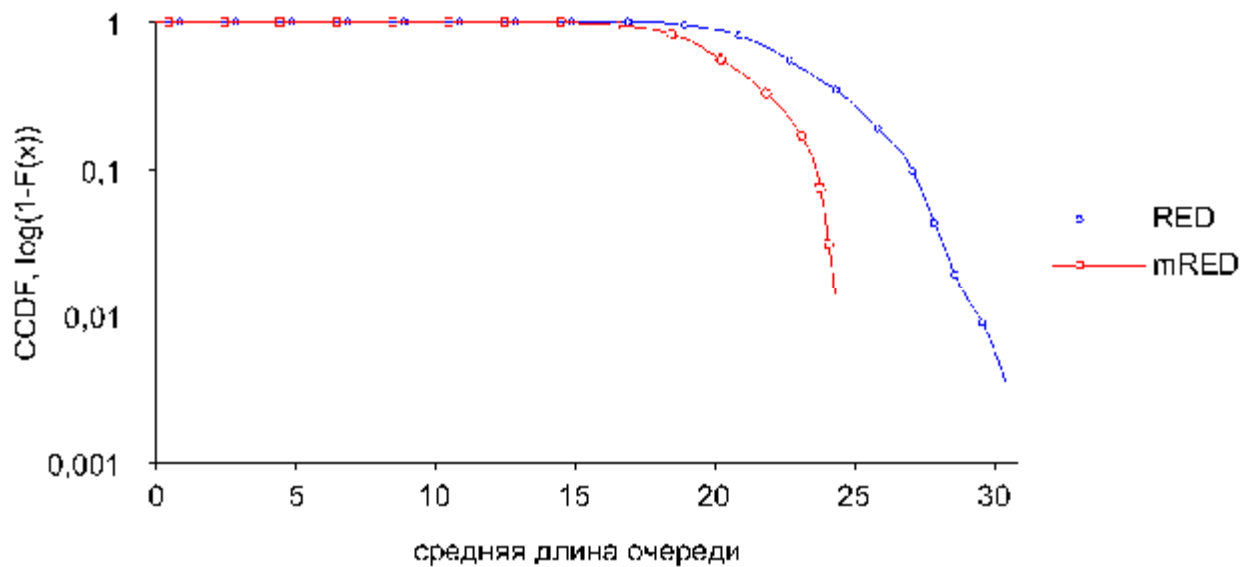
Рассмотрим типовые сценарии моделирования процесса обмена и обработки производственных данных имитационной модели обмена и обработки производственных данных [99, 100, 104, 109].

Первый сценарий моделирования предназначен для исследования поведения алгоритма модифицированного RED на основе разработанных алгоритмов. Ниже представлены функциональные зависимости полученные в рамках реализации сценария. Активное управление очередями запросов (ответов) и реализации функций обмена и обработки производственных данных тесно связаны с параметрами средней длины очереди компонентов среды, характеризующих усреднённые значения заполнения буфера в реальном компоненте среды. В свою очередь уменьшение указанного параметра исходя из классического RED-алгоритма приводит к уменьшению вероятности сброса запросов (ответов), реализуемых с помощью пакетной коммутации. На рисунке 5.7 представлено наглядное подтверждение того, что разработанные в диссертации алгоритмы, и реализованные в модифицированном mRED-алгоритме обеспечивают ускорение доступа к производственным данным лиц принимающих решения. Полученные результаты обеспечивались агрегированным потоком производственных данных в виде запросов (ответов), который соответствует обычным процессам обмена и обработки данных в коммуникационной среде корпоративного портала. Моделирование указанных процессов осуществлялось

на топологии А (Рисунок 5.2) с использованием RED и модифицированного mRED. На рисунках 5.6-5.8 представлены результаты моделирования, в которых формирование потоков производственных данных осуществлялось с помощью следующих источников: источников передачи файлов (ftp – 15), источников структурированных данных веб-приложений (web – 25) и источника формирования IP-телефонии (voip – 10).



а) абсолютное значение



б) функция распределения (CCDF)

Рисунок 5.6 – Средняя длина очереди (в пакетах) для алгоритмов RED и mRED в течение сеанса имитационного моделирования. Вектор нагрузки (15,25,10)

Основные параметры конфигурирования компонентов коммуникационной среды корпоративного портала для рассматриваемого сценария следующие:

- размер очереди запросов (ответов) – 50 пакетов;
- нижний порог min_th – 10 пакетов;
- верхний порог max_th – 30 пакетов;
- $m-max_th$ (только для mRED) – 24 пакета;
- пропускная способность канала передачи данных – 10 Мбит/сек;
- задержка в канале передачи данных – не более 15 мсек.

Поведение алгоритма управления очередью запросов (ответов) (Рисунок 5.7) оценивалось по поведению вероятности сброса принимаемых в очередь запросов (ответов). При изменении вероятности сброса в интервале $[0, 0.12]$ наблюдается уменьшение усреднённых значений задержки запросов (ответов), а также уменьшение процента их потерь. При сравнительном анализе рассматриваемых алгоритмов для голосового потока производственных данных IP-телефонии.

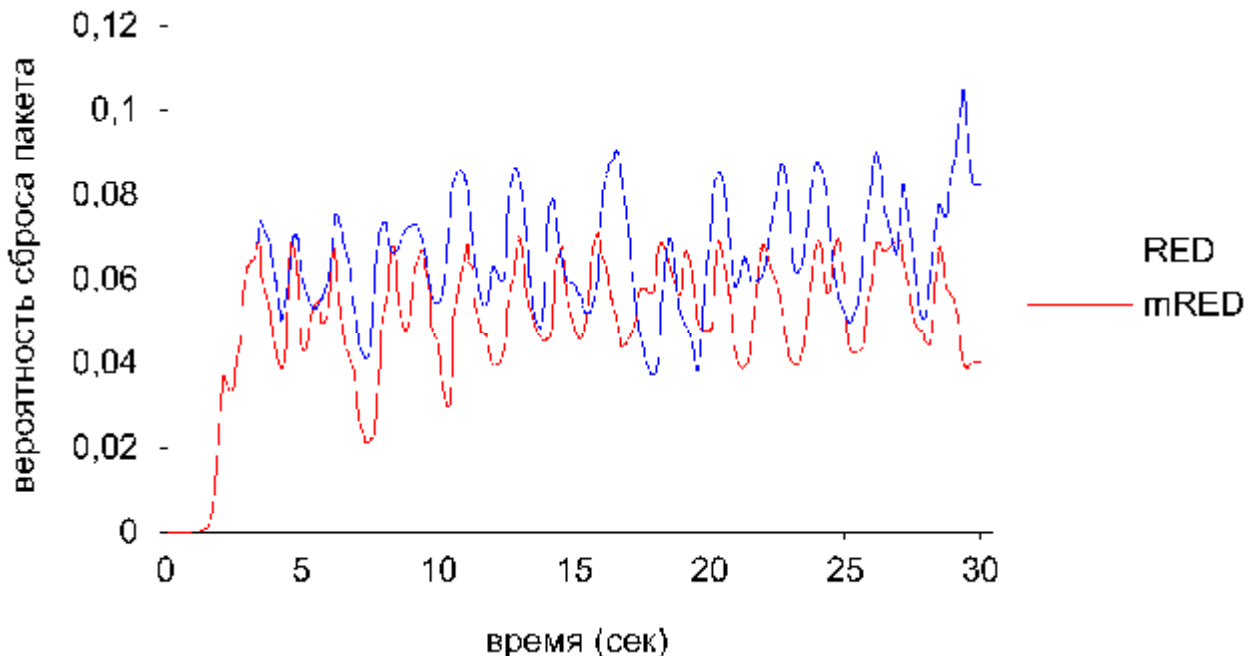


Рисунок 5.7 – Значения вероятности сброса пакета p на интервале времени для RED и mRED. Вектор нагрузки (15, 25, 10)

Для получения статистических оценок на основе математического ожидания и дисперсии использовалась методика агрегирования временного ряда,

для каждого эксперимента формировалась выборка из 150 значений. При этом замеры проводились на интервале 200 мсек и временем наблюдения до 30 секунд:

$$\{X_k^{(k/10)}\}, k = 0, 1, 2, \dots, 28, 29, 30 \quad (5.12)$$

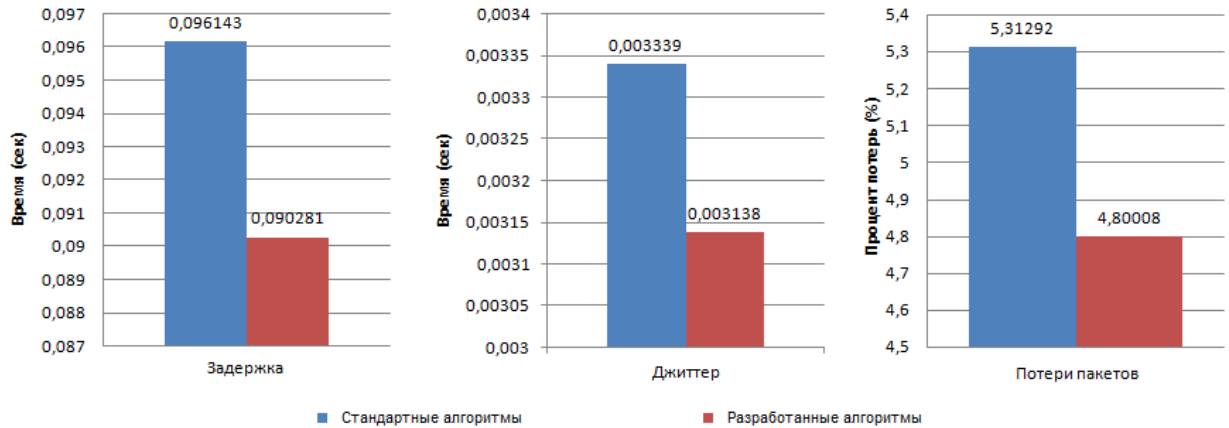


Рисунок 5.8 - Значения задержки, джиттера и потери пакетов для голосового потока данных, полученных с применением стандартных алгоритмов обмена и обработки данных и разработанных алгоритмов [100]

Дисперсия и среднее значение рассматриваемых выборок рассчитывались по формулам:

$$m = \frac{\sum_{i=0}^n x_k}{n} \quad (5.13)$$

$$d = \frac{n \sum_{i=0}^n x_i^2 - \left(\sum_{i=0}^n x_i \right)^2}{n(n-1)} \quad (5.14)$$

где $n = 305$. Значения этих показателей приведены в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Сравнение показателей для алгоритмов RED и mRED

| Метрика | m (RED) | m (mRED) | d (RED) | d (mRED) |
|--|-----------|------------|-----------|------------|
| Средняя длина очереди (в пакетах) | 24.53 | 18.39 | 30.56 | 23.4 |
| Вероятность сброса пакетов | 0.059 | 0.051 | 0.00039 | 0.00031 |
| Процент потерь для потока пакетов голосовых данных | 5.313 | 4.800 | 4.865 | 3.020 |

Результаты эксперимента, приведенные в таблице, позволяют сделать вывод об уменьшении статистических показателей, рассматриваемого случайного процесса обмена и обработки производственных данных в среде корпоративного портала [99, 100, 104, 109]:

1. Применение модифицированного алгоритма приводит к уменьшению средней длины очереди, стабилизируя её значение относительно порога $m-max_{th}$.

2. Кроме того наблюдается уменьшение значений метрик качества обслуживания для голосового потока производственных данных на основе IP-телефонии (задержки, джиттера и процента потерь пакетов).

3. Адаптивность TSP-протокола, являющегося основным протоколом в коммуникационной среде корпоративного портала территориально распределённых предприятий транспортировки газа обеспечивает незначительное ухудшение этих показателей для потоков производственных данных, не требующих режимов реального времени.

Имитационная модель позволяет исследовать агрегацию производственных данных в канала передачи на основе использования различных типов трафика (Рисунок 5.9).

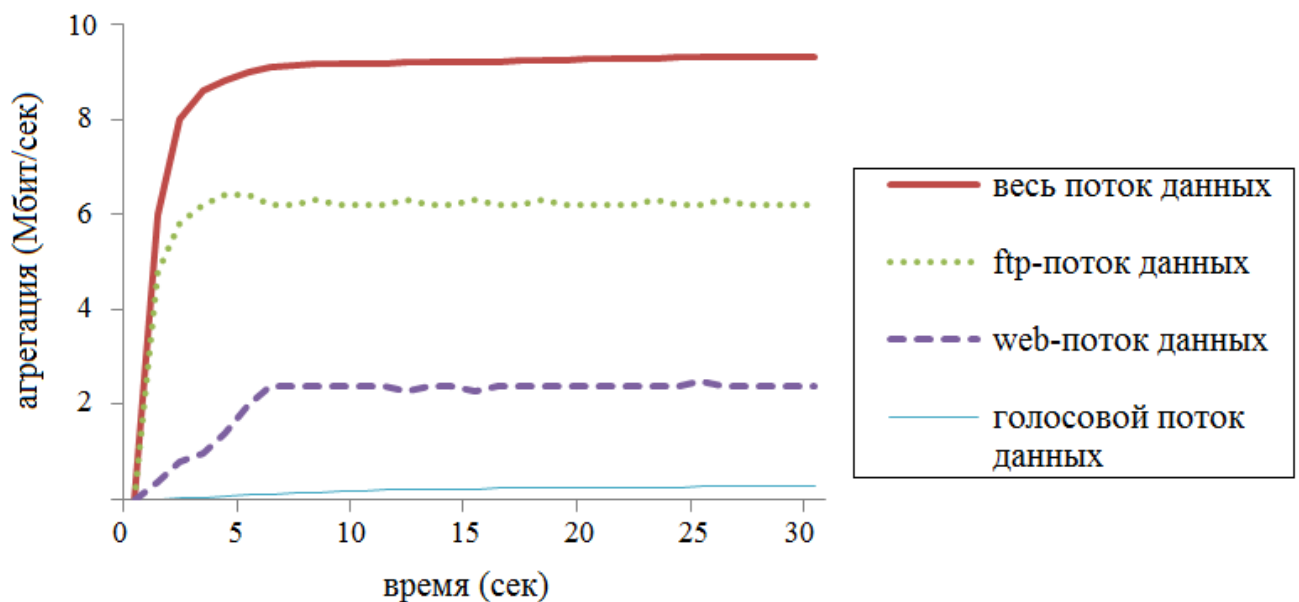


Рисунок 5.9 – Агрегация потока производственных данных для полосы пропускания 10 Мбит/сек [99]

Сценарий 2 предусматривает исследование влияния агрегированного трафика на метрики качества обслуживания голосового потока данных на основе IP-телефонии. При этом рассматриваются следующие схемы потока производственных данных: равномерная, с изменением по всем типам источников, и поток производственных данных с фиксированным значением источников голосового потока производственных данных. Рассматривались следующие параметры:

- пропускная способность каналов передачи данных – 3 Мбит/сек;
- задержка запросов (ответов) – 10 мсек;
- интервал моделирования – 20 сек;
- алгоритм управления потоком производственных данных (маршрутизатора) – mRED;
- параметры очереди запросов (ответов):
 - размер очереди -100 пакетов;
 - нижний порог *min_th* – 20 пакетов;
 - верхний порог *max_th* – 80 пакетов.

Таблица 5.5 – Показатели качества обслуживания для разных видов потока данных при равномерном увеличении потока данных

| Вектор нагрузки | Тип нагрузки | Потери (%) | Задержка (мс) | Джиттер (мс) |
|-----------------|--------------|------------|---------------|--------------|
| (1,1,1) | Ftp-поток | 0 | 40 | 1.0 |
| | Web-поток | 0 | 60 | 4.6 |
| | Голос. поток | 0 | 40 | 3.0 |
| (3,3,3) | Ftp-поток | 0.8 | 140 | 4.0 |
| | Web-поток | 1.3 | 170 | 8.1 |
| | Голос. поток | 1.0 | 160 | 8.3 |
| (3,10,10) | Ftp-поток | 2.0 | 140 | 6.5 |
| | Web-поток | 2.0 | 150 | 5.8 |
| | Голос. поток | 2.6 | 130 | 3.2 |
| (5,5,5) | Ftp-поток | 1.9 | 160 | 2.1 |
| | Web-поток | 2.6 | 170 | 6.0 |
| | Голос. поток | 2.1 | 140 | 3.9 |
| (10,10,10) | Ftp-поток | 4.0 | 180 | 5.3 |
| | Web-поток | 6.7 | 190 | 6.2 |
| | Голос. поток | 4.5 | 170 | 4.8 |
| (10,50,50) | Ftp-поток | 19.0 | 180 | 7.8 |
| | Web-поток | 23.0 | 180 | 3.8 |
| | Голос. поток | 30.0 | 150 | 4.9 |

Полученные результаты (Таблица 5.5) характеризуют особенность работы RED-алгоритма управления потоками производственных данных (на основе RED-маршрутизатора), когда он не позволяет расти длине очереди и при переходе в фазу перегрузки не происходит увеличение времени задержки. С другой стороны из-за заложенных механизмов резко возрастает процент сброса запросов (ответов) в случае подхода к пределу средней длины очереди. При замене алгоритма управления потоком производственных данных наблюдается аналогичная картина [99, 100, 104, 109].

Таблица 5.6 – Показатели качества обслуживания для разных видов потока данных при увеличении ТСП-потока данных с фиксированным количеством источников голосового потока данных (10).

| ТСП-нагрузка | Тип нагрузки | Потери (%) | Задержка (мс) | Джиттер (мс) |
|--------------|--------------|------------|---------------|--------------|
| 22% | Фтп-поток | 0 | 0 | 0 |
| | Web-поток | 1.9 | 58 | 3.3 |
| | Голос. поток | 0.3 | 42 | 0.9 |
| 80% | Фтп-поток | 0.63 | 65 | 3.7 |
| | Web-поток | 1.4 | 90 | 5.8 |
| | Голос. поток | 0.32 | 90 | 3.7 |
| 90% | Фтп-поток | 0.9 | 120 | 2.5 |
| | Web-поток | 2 | 130 | 2.4 |
| | Голос. поток | 1.9 | 130 | 2.3 |
| 97% | Фтп-поток | 10 | 130 | 2.2 |
| | Web-поток | 11 | 160 | 5.3 |
| | Голос. поток | 2.2 | 140 | 2.2 |

В проведённых исследованиях рассматривалось фиксированное значение голосового потока производственных данных (принималось равным 10). В виду изначального приоритета голосового потока производственных данных в модифицированном алгоритме (из-за критичности к времени задержки и передачи данных в режиме внештатных и аварийных ситуаций) все данные находятся в допустимых пределах (Таблица 5.6).

5.4 Натурные измерения характеристик голосового потока данных и проверка имитационной модели на адекватность

5.4.1 Методика проверки имитационной модели на адекватность для коммуникационной среды корпоративного портала

Предложенная модель потока данных в корпоративной сети нуждается в оценке её адекватности реального поведения. Для этого существуют различные методики, которые, в свою очередь делятся на статистические и экспертные [13, 14, 113, 115]. Обычно имитационную модель можно представить в виде некоей системы, которая преобразует входящие данные в выходящие, таким образом, как это было бы в реальном мире. В связи с этим логично проверять точность модели сравнивая выходы полученные с помощью имитационного моделирования и на реальной системе, при условии одних и тех же входящих данных. Выбрав критерий по которым будет производиться оценка, нужно сравнить две выборки выходных данных (имитационной модели и реальной системы), статистически проанализировать и сделать выводы: или данные выборки из различных совокупностей (тогда модель не адекватна), или выборки принадлежат одной совокупности (тогда модель адекватна) [99, 100, 104, 109].

Оценку адекватности имитационной модели для процесса обмена и обработки производственных данных коммуникационной среде корпоративного портала с голосовым потоком данных для наглядности, можно представить как процесс из последовательных шагов [13, 14, 113, 115]:

1. Определение метрик для измерения характеристик потока данных (таких, как односторонняя задержка, джиттер, процент потерь пакетов).
2. Разработка способа получения экспериментальных данных и создание натурального макета с целью получения данных по выходным метрикам голосового потока данных.
3. Определение статистического критерия подходящего для сопоставления выборок, полученных экспериментально и с помощью имитационной модели.
4. Осуществление эксперимента на натурном макете и с помощью

имитационной модели, сбор выборок метрик и их сопоставление.

Если для оценки адекватности работы имитационной модели используется одна переменная, следовательно это получается одномерная двухвыборочная задача. Для её решения применяются разнообразные критерии сопоставления [13, 14, 113]:

1. Критерий Стьюдента применяется для выборок, распределение которых соответствует нормальному закону распределения.

2. Критерий Фишера так же применяется для выборок, распределение которых соответствует нормальному закону распределения.

3. Для выборок с неизвестным законом распределения применяются непараметрические критерии, такие как: критерий Вилкоксона, критерий Колмогорова-Смирнова или критерий Манны-Уитни.

4. Чтобы узнать по какому закону распределена выборка, используют критерии, проверяющие соответствующих гипотезы, это такие критерии как: Крамера фон Мизеса, Колмогорова-Смирнова, критерий "хи-квадрат".

Для оценки данной модели голосового потока данных уместным будет использование критерия Вилкоксона [13, 14, 17, 113], т.к. изначально отсутствуют данные о законах распределения используемых метрик (задержки, джиттера и процента потерянных пакетов). Этот критерий позволяет применить мощную, но вместе с тем достаточно простую методику, обладающую неплохой точностью. Для проверки нормального распределения исследуемых величин метрик качества обслуживания нужно использовать дополнительно один из перечисленных критериев (пункт 4). Достоверность критерия Вилкоксона по отношению к критерию Стьюдента приближается к 95%, если закон распределения нормальный. Применяется для проверки двух независимых выборок, принадлежат ли они к одной совокупности, так называемая гипотезы H_0 .

Краткое описание критерия Вилкоксона [13, 14, 99, 100, 104, 109, 113]. Допустим существуют две выборки объёмом m и n , причём $m \leq n$. Составляем вариационный ряд, то есть упорядочиваем в одну последовательность значения

обоих выборок, длины последовательности составит $N = m + n$. В возрастающем порядке приписываем ранг 1 наименьшему наблюдению из данной упорядоченной последовательности, следующему ранг 2 и так далее по возрастанию. Допустим, что сумма рангов, наблюдений из выборки объема m равна R . Таким образом статистика Вилкоксона принимает значение:

$$W = r_1 + r_2 + \dots + r_m. \quad (5.15)$$

Если гипотеза верна, то дисперсия и математическое ожидание величины W принимают виды:

$$D = \frac{mn(N+1)}{12} = \frac{mn(m+n+1)}{12}. \quad (5.16)$$

$$M = \frac{m(N+1)}{2} = \frac{m(m+n+1)}{2}, \quad (5.17)$$

Гипотеза H_0 всегда проверяется относительно той или иной альтернативы:

- Отклонение одной выборки относительно другой фиксируется в положительную сторону.
- Отклонение одной выборки относительно другой фиксируется в отрицательную сторону.
- Отклонение одной выборки относительно другой фиксируется в обе стороны.

В двух первых вариантах принято говорить об использовании одностороннего критерия проверки, в третьем варианте принято говорить о двустороннем критерии проверки. Разумеется, нужно, чтобы результаты эксперимента на стенде и с помощью имитационной модели не расходились, т.е. надлежит применять двусторонний критерий проверки. Выполнение гипотезы H_0 имеет место при:

$$w(Q; m; n) < W < W(Q; m; n), \quad (5.18)$$

то есть в случае попадания статистики W в зону между верхним и нижним предельными значениями. Для выборок, размер которых не менее 25, эти значения принимаются по специальным таблицам [2]. Но если размер выборки больше 25, верхнее и нижнее предельное значение критического значения берутся

по формулам приведенным далее. Вычисления производятся исходя из принимаемого уровня значимости Q , который определяет жесткость проверки гипотезы – она проверяется тем строже, чем большее значение имеет уровень значимости. Таким образом, гипотеза, выполняется например, при значении уровня 0.01, но может быть не подтверждена при уровне значимости 0.05. Таблицы содержат значения уровней значимости до 0.52, однако размер наибольшей выборки не превышает 10. Следовательно, учитывая данный факт, примем значение уровня значимости Q равным 0.10. Однако для выборок, размер которых превышает 25, расчёт предельных значений производится по формулам:

$$S = j \times \left(1 - (j^2 - 3) \times \frac{m^2 + n^2 + mn + m + n}{20mn(m+n+1)} \times \sqrt{\frac{mn(m+n+1)}{12}} \right) \quad (5.19)$$

$$S \approx j \times \sqrt{\frac{mn(m+n+1)}{12}} \quad (5.20)$$

$$w(Q; m; n) = \frac{m(m+n+1) - 1}{2} - S \quad (5.21)$$

$$W(Q; m; n) = \frac{m(m+n+1) - 1}{2} + S \quad (5.22)$$

Параметр $\varphi = \Psi(1-Q)$ – задаёт обратную функцию нормального распределения, принимает значения от 0 до 1. Необходимо выделить, что значения полученные с помощью формулы (5.20) менее точны значения, чем в формуле (5.19). Для примера, возьмём размеры выборок равные: $m=5$, $n=25$ и уровень значимости $Q=0.025$, рассчитав нижнее предельное значение используя формулу (5.20) получим 41.7, а воспользовавшись формулой (5.19) предельное значение будет 42.08. В то время как по таблице это значение составит 42 при данных размерах выборки и уровне значимости. Аппроксимация формул (5.20) и (5.21) допустима если $n \geq m \geq 5$, при условии что в значений между выборками отсутствуют совпадения (при непрерывных распределениях вероятность совпадения стремиться к нулю, но при округлении встречается достаточно часто). Если совпадения всё-таки имеют место быть, то необходимо назначит одинаковый ранг всем совпавшим величинам, значение этого ранга будет равно

среднему арифметическому рангов, имевших эти значения до совпадения. Учитывать совпадения нужно только когда они принадлежат различным выборкам. На статистику W не оказывают влияние совпадения, которые полностью состоят из элементов одной выборки [99, 100, 104, 109].

С целью получения аналогичных выборок для эксперимента на макете и с помощью имитационной модели нужно закрепить параметры на входе в модель: конфигурацию маршрутизатора, нагрузку, топологию сети и т.д. На рисунке 5.10 показана схема проверки имитационной модели на адекватность [113].



Рисунок 5.10 – Схема проверки имитационной модели на адекватность [113]

5.4.2 Способы получения выборок экспериментальных данных

Возможно получать экспериментальные данные двумя способами, отличающимися методикой измерения, а так же принципом формирования потоков данных [113]:

1. На существующем фрагменте коммуникационной среды корпоративного портала собирается статистика пересылаемых пакетов.
2. Создаётся специальный макет из двух, соединённых между собой

компьютеров.

При первом способе структура потока данных (соотношение разных типов данных) принимается по статистике оператора связи. Поток данных в имитационной модели подбирается под эту статистику.

Для измерения натуральных данных необходим специальный измерительный комплекс, он представляет из себя компьютер-сниффер, подключённый к коммуникационной среде корпоративного портала через коммутатор ethernet, через который проходит поток данных от интернет-провайдера (Рисунок 5.11). Этот компьютер захватывает и анализирует пакеты данных.

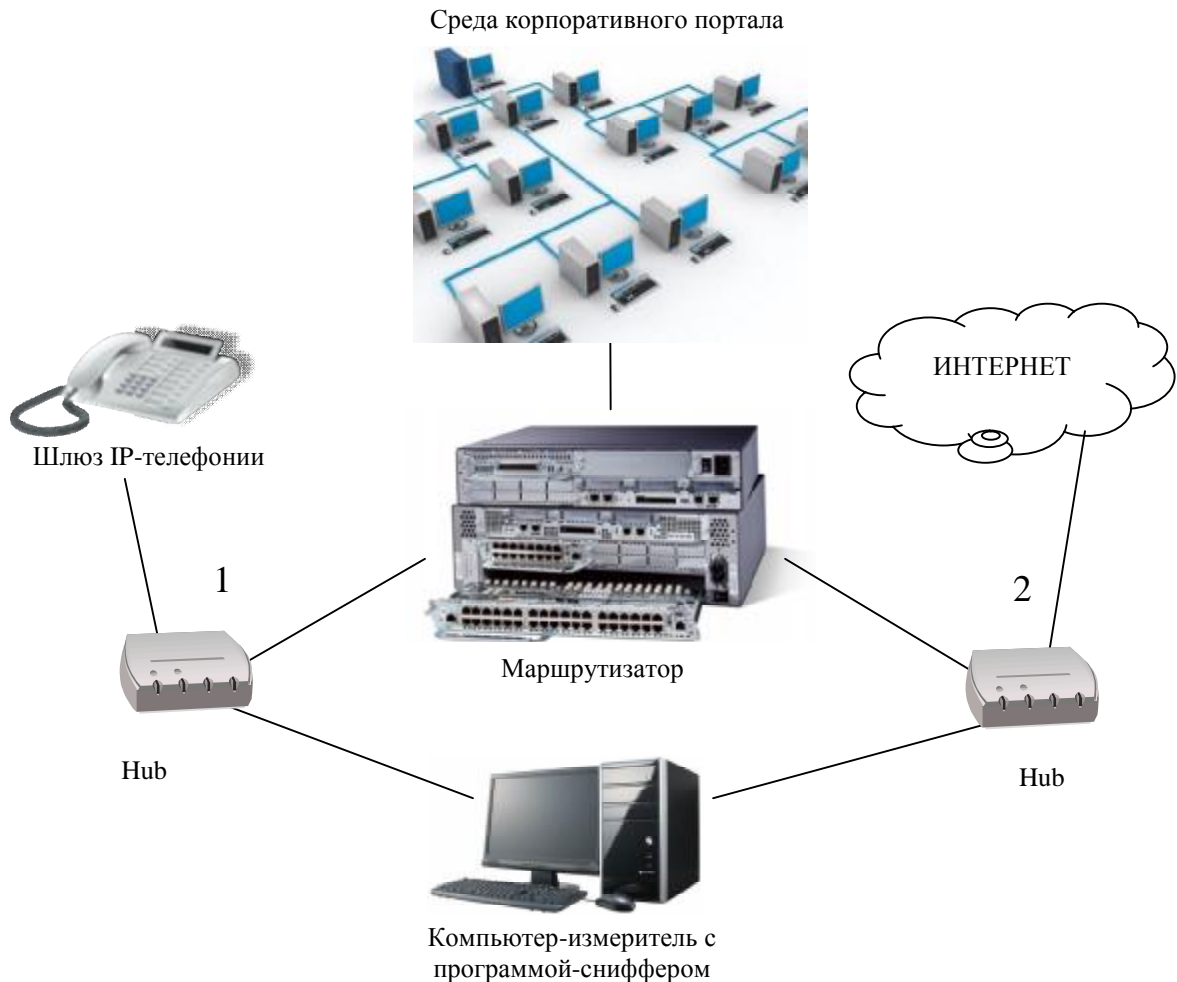


Рисунок 5.11 – Схема измерительного комплекса потока данных на существующем фрагменте коммуникационной среды корпоративного портала

[113]

Экспериментальный измерительный комплекс имеет 2 интерфейса Ethernet.

Первый интерфейс "слушает" порт шлюза IP-телефонии, в то время как второй "слушает" выходной порт крайнего компонента коммуникационной среды корпоративного портала. Интерфейсы подключены через хабы, чтобы слышать пакеты, но не влиять на передачу потока данных через основной компонента коммуникационной среды. Программа-анализатор на втором интерфейсе захватывает только пакеты, поступающие из интернета, то есть из внешней сети относительно коммуникационной среды портала [113].

Структура потока данных коммуникационной среды корпоративного портала может быть весьма различной и существенно зависит от большого количества факторов, например от типов приложений, используемых в конкретной организации, а так же от времени суток и дня недели, что несколько затрудняет процесс оценки статистических данных. Это получается из-за немалого числа TCP-сеансов, а так же регулярным подключением различных сетевых приложений, не использующих TCP-протокол. Таким образом на случайных выборках реального потока данных проверка адекватности имитационной модели принципиально затруднена, в связи с этим, необходимо провести эксперименты на макетном стенде [99, 100, 104, 109].

Для создания натурального макета, сначала нужно определить методику измерений. Дело в том, что есть серьёзные проблемы с измерением параметров голосового потока данных, а именно метрик качества обслуживания. Если использовать обычные аудиоустройства голосового ввода (микрофоны) или пересылать аудиофайлы, то при анализе пакетных метрик (задержки, джиттера, потери пакетов), даже на простом макете, результаты будут весьма различаться. Это зависит от типа используемого оборудования и программного обеспечения. В реальной коммуникационной среде корпоративного портала основные отклонения значений метрик качества обслуживания происходят не на конечных устройствах, а на участке коммуникационной среды портала. Стоит задача по упрощению методики замеров метрик качества обслуживания.

Для проверки достоверности имитационной модели процесса обмена и

обработки производственных данных в среде корпоративного портала разработан программно-аппаратный макет с целью измерения метрик голосового потока данных в структуре потока обычных данных. Для функционирования макета нет необходимости подсоединять аудиоустройства. Измерения осуществляются программным способом с использованием двух Linux-серверов, которые соединены интерфейсом Ethernet (Рисунок 5.12).

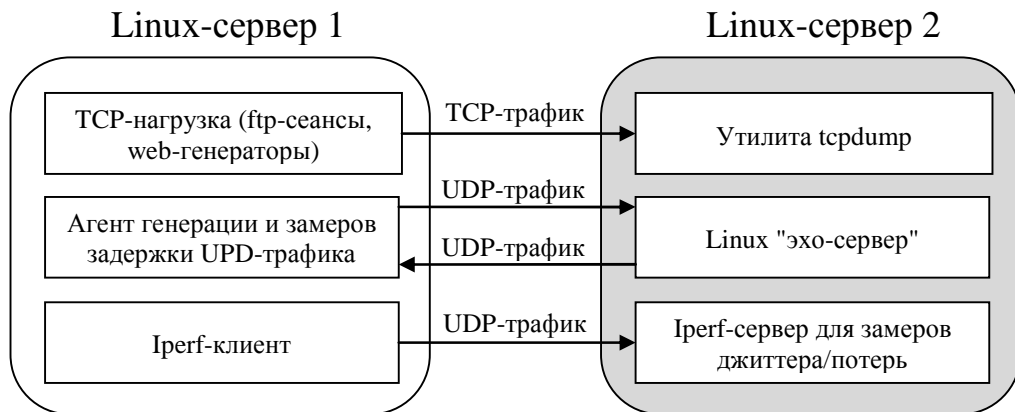


Рисунок 5.12 – Макет для измерения метрик качества обслуживания [113]

Макет работает по следующему принципу [113]:

1. С помощью разработанного программного обеспечения генерируются UDP-пакеты фиксированной длины, эти пакеты составляют голосовой поток данных типа CBR, так как источник голоса создаёт именно такой тип трафика. На соседнем Linux-компьютере работает эхо-сервер, он пересылает эти же UDP-пакеты обратно. Таким образом решается проблема временной синхронизации, так как время задержки измеряется не на приемной стороне, а на посылающей. Для вычисления значения односторонней задержки нужно из значения двухсторонней задержки вычесть время прохождения между серверами UDP-пакета на свободном канале, которое принимает всегда постоянное значение. Джиттер и процент потерянных пакетов измеряются на приемном сервере с помощью программы Iperf [157], принцип работы которой также основан на обмене UDP-пакетами между сервером и клиентом. Количество сеансов задаёт количество источников голосового потока данных.

2. TCP-поток данных задаётся запуском настоящих ftp-сессий и перекачкой

файлов, или программными генераторами потока данных. Количество сеансов также задаёт количество источников ТСП-потока данных. Проанализировать статистику приемного потока данных можно с помощью специального приемного агента, использующего лог-файлы.

3. Пропускная способность канала передачи данных задаётся ручными настройками оборудования.

В таблице 5.7 для наглядности представлено сравнение метрик полученных из второго сценария имитационного моделирования и экспериментальных данных на макете при аналогичных входящих данных .

Таблица 5.7 – Показатели качества обслуживания полученных с помощью имитационного моделирования и экспериментально

| Вектор нагрузки | Тип нагрузки | Потери (%) имит/экспер | Задержка (мс) имит/экспер | Джиттер (мс) имит/экспер |
|------------------------|---------------------|-------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|
| (1,1,1) | Ftp-поток | 0/0 | 41/45 | 1.0/1.3 |
| | Web-поток | 0/0 | 64/67 | 4.6/4.2 |
| | Голос. поток | 0/0 | 39/35 | 3.0/3.2 |
| (3,3,3) | Ftp-поток | 0.8/0.8 | 140/140 | 4.0/4.1 |
| | Web-поток | 1.3/1.2 | 170/180 | 8.1/8.2 |
| | Голос. поток | 1.0/1.0 | 160/160 | 8.3/8.4 |
| (3,10,10) | Ftp-поток | 2.0/2.3 | 140/140 | 6.5/6.2 |
| | Web-поток | 2.0/2.1 | 150/160 | 5.8/5.8 |
| | Голос. поток | 2.6/2.7 | 130/140 | 3.2/3.1 |
| (5,5,5) | Ftp-поток | 1.9/1.8 | 160/150 | 2.1/2.4 |
| | Web-поток | 2.6/2.2 | 170/170 | 6.0/6.1 |
| | Голос. поток | 2.1/1.9 | 140/140 | 3.9/3.8 |
| (10,10,10) | Ftp-поток | 4.0/4.1 | 180/190 | 5.3/5.3 |
| | Web-поток | 6.7/6.7 | 190/160 | 6.2/5.9 |
| | Голос. поток | 4.5/4.3 | 170/180 | 4.8/4.9 |
| (10,50,50) | Ftp-поток | 19.0/19.7 | 180/200 | 7.8/7.8 |
| | Web-поток | 23.0/21.9 | 180/180 | 3.8/4.0 |
| | Голос. поток | 30.0/31.5 | 150/180 | 4.9/5.3 |

Проведенный на основе натуральных измерений на макете и аналогичных трассировок имитационной программы, анализ показал адекватность данной имитационной модели [99, 100, 104, 109].

5.5 Выводы по главе

В пятой главе изложены результаты имитационного моделирования среды корпоративного портала территориально распределённых предприятий транспортировки газа, реализующая функции обмена и обработки производственных данных.

Цель имитационного эксперимента состояла в построении модели агрегированного потока производственных данных в среде корпоративного портала территориально распределённых предприятий транспортировки газа с существенной долей голосового трафика в типовой конфигурационной топологии среды.

Построена параметризованная имитационная модель для исследования агрегированного потока данных среды корпоративного портала на базе ns-3. В модели, в качестве основных топологических объектов рассматриваются компоненты среды и каналы передачи производственных данных. К компонентам присоединяются агенты транспортных протоколов (TCP, UDP, RTP и др.), организующие доставку производственных данных. Так как симулятор поддерживает транспортный протокол реального времени, есть возможность моделировать с помощью ns-3 поток производственных данных для передачи голоса, имеющего существенную долю и значение при возникновении внештатных ситуаций. В свою очередь, к транспортным агентам присоединяются агенты приложений и генераторы потоков производственных данных с возможностью формирования многопоточного трафика.

Определены входные параметры нагрузки для потока производственных данных различных типов; параметры задания топологии среды корпоративного портала; конфигурирование промежуточных узлов среды корпоративного портала; конфигурирование маршрутизатора; задание сессии моделирования; метрики и выходные данные моделирования.

Сценарий моделирования включает в себя: описание топологии коммуникационной среды корпоративного портала, используемые протоколы, объем работ (количество событий, происходящих при моделировании процесса обмена и обработки производственных данных) и параметры контроля. В качестве результирующих данных имитационная модель формирует данные о количестве пакетов, содержащих производственные данные, посланных каждым источником среды корпоративного портала, количестве доставленных, потерянных и ретранслированных пакетов, содержащих производственные данные, которые записываются в трассировочный файл.

В качестве первого компонента среды корпоративного портала территориально распределённых предприятий транспортировки газа используется имитатор типового шлюза IP-телефонии. Параметры речевых сообщений задаются типом используемого кодека и сопрягаются с данными формируемыми моделью генератора потока производственных данных. В качестве второго компонента среды корпоративного портала территориально распределённых предприятий транспортировки газа в имитационной модели используется динамическая потоковая модель протокола TCP, обеспечивающего доставку производственных данных на транспортном уровне среды корпоративного портала.

В качестве выходных метрик, по которым осуществлялась калибровка имитационной модели были выбраны: задержка пакетов, джиттер и процент потери пакетов.

Рассмотрены: изменение характеристик каналов передачи производственных данных и поведение средней длины очереди в маршрутизаторе в случае работы алгоритма с отбрасыванием "хвоста" типа RED и разработанных алгоритмов.

Программное обеспечение данного симулятора среды корпоративного портала разработано в виде набора "клиент-серверных" взаимодействующих компонентов. Имитационный сервер получает требуемые параметры для

осуществления сценария имитационного моделирования от штатного linux-сервера, и возвращает обратно клиентскому компьютеру результаты имитационного моделирования с построенными графиками.

Установлено, что в случае применения алгоритмов активного управления очередями, существенным фактором служит средняя длина очереди, то есть значение заполнения буфера обмена производственными данными. Применение разработанных алгоритмов привело к уменьшению этого значения по сравнению с классическим RED-алгоритмом, а так же уменьшению вероятности сброса пакетов, характеризующих производственные данные.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Поставлена и решена задача эффективной организации и ведения специализированного информационного и программного обеспечения АСУ территориально распределённых газотранспортных предприятий, включая базы и банки данных и методы их оптимизации.

Проведен анализ особенностей построения и функционирования территориально распределенных предприятий транспортировки газа, факторов, влияющих на процессы обмена и обработки производственных данных в элементах среды корпоративного портала и путей сокращения времени их доставки.

Разработан алгоритм оптимизации процессов обмена и обработки производственных данных в среде корпоративного портала. Для решения задачи оптимизации процесса обмена и обработки производственных данных применялся метод ограниченного перебора альтернатив Балаша, отличающийся учётом ограничений на вычислительные ресурсы компонентов среды портала.

Алгоритм анализа потоков производственных данных в среде корпоративного портала, предусматривает, что общие топологические уравнения, характеризующие совокупность каналов передачи данных, связывают между собой передаточные функции отдельных дуг, каждая из которых включает сведения, как о вероятности изменения состояний технических и программных средств (в соответствии с ветвью алгоритма обмена и обработки информации), так и частную производящую функцию момента (ПФМ), анализируемой характеристики, при данном направлении движения. Предложенный алгоритм не требует аналитического представления ПФМ и допускает возможность задания дуги стохастической сети парой признаков: вероятностью и математическим ожиданием, что способствует формализации общей вычислительной процедуры. Линейность основного топологического уравнения определяет, что наибольшие затраты вычислительных ресурсов вызывают не его решение, а логические операции выявления в замкнутом потоковом графе петель и нахождение их передаточной функции.

Разработанный алгоритм позволяет проводить анализ процедур обмена и обработки информации, содержащих отдельные независимые ветви и ряд соответствующих поглощающих состояний (в случае его представления цепью Маркова). Найденные, таким образом, моменты задают условное распределение анализируемых характеристик алгоритма при условии, что элементам (стокам) среды корпоративного портала предъявляются соответствующие требования. Подобная ситуация типична для анализа характеристик помехоустойчивости (достоверности) передачи информационных массивов производственных данных в среде корпоративного портала, когда необнаруживаемые ошибки, потери и вставки данных возможны вследствие независимых причин, что приводит к появлению ветвей процедуры, каждая из которых связана с определенной реализацией анализируемой характеристики процесса обмена и обработки информации.

Для расчёта моментов распределения моделей процесса обмена и обработки производственных данных использовались процедуры различных служб корпоративного портала распределённых предприятий транспортировки газа в соответствии с их назначением и требованиями со стороны пользователей. При этом, учитывались источники ошибок, сбоев и отказов в элементах среды корпоративного портала, охватываемых конкретным алгоритмом обмена и обработки данных, и которые описываются более сложными, чем биномиальное и пуассоновское, вероятностными распределениями. К этому классу проблем относятся:

1) определение «хвостов» распределения времени доставки информационного массива запросов (ответов) фиксированной или переменной длины заданного приоритета производственных данных в сквозном тракте коммуникационной среды корпоративного портала «отправитель – получатель»;

2) выявление динамических характеристик процесса занятия памяти элементов среды корпоративного портала;

3) определение характеристик производительности каналов передачи данных между элементами среды корпоративного портала во времени.

Разработанный алгоритм распределения доступа к производственным данным в среде корпоративного портала, позволяет формировать группы, характеризующиеся различными комбинациями ограничений входящего или исходящего потока производственных данных применительно к совокупности пользователей, принадлежащих к группе. Сформированные дополнительные функции могут назначаться для конкретного должностного лица на известный период. Рассмотренные принципы и алгоритмы организации обмена и обработки информационных запросов (ответов) и служебных протокольных примитивов в замкнутой группе пользователей ориентированы на стык пользователь – среда корпоративного портала и применение характерных для него форматов заголовков пакетов.

Установлено, что в случае применения алгоритмов активного управления очередями в компонентах среды корпоративного портала, существенным параметром является средняя длина очереди (значение заполнения буфера обмена производственными данными). Показано, что применение разработанных алгоритмов привело к уменьшению значений средней длины очереди, задержки, джиттера и процента потерь пакетов с производственными данными по сравнению с широко используемыми алгоритмами, и определяет достижение цели, поставленной в исследовании.

Оценка качества процессов обмена и обработки производственных данных в имитационной модели среды корпоративного портала, осуществлялась на основе вектора источников потока данных, учитывающего: число источников голосового потока данных, число web-клиентов, число ftp-источников. Попадание его выходных метрик в определенную зону качества обслуживания позволяет оценить нагрузку на среду корпоративного портала при заданной её топологии, конфигурационных параметрах каналов передачи данных и механизмов управления потоком данных. При этом, для оценки голосового трафика, характерного в аварийных и внештатных ситуациях применялись зоны качества, которые

характеризуются только процентом потерянных пакетов производственных данных и их односторонней задержкой.

Проверка точности имитационной модели среды корпоративного портала, реализующая процессы обмена и обработки производственных данных осуществлялась на основе сравнения данных, полученных путём моделирования и данных, полученных в результате эксперимента на прототипе. На основе использования критерия оценки двух выборок была проверена статистическая гипотеза и сделан вывод о принадлежности данных, полученных путём имитационного моделирования и данных, полученных в результате эксперимента на прототипе, одной совокупности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анашкин, А.С. Техническое и программное обеспечение распределенных систем управления. Под редакцией Харазова В.Г. [Текст]. / А.С. Анашкин, Э.Д. Кадыров, В.Г. Харазов. – С-Пб: Изд-во "Р-2". – 2004. – 367 с.
2. Большев, Л.Н. Таблицы математической статистики / Л.Н. Большев, Н.В. Смирнов. – М.: Наука, 1983.
3. Воеводин, В.В. Отображение проблем вычислительной математики на архитектуру вычислительных систем / В.В. Воеводин // Вычислительные методы и программирование: новые вычислительные технологии. – 2000. – №2. – С.37-44.
4. Воеводин, В.В. Решение больших задач в распределенных вычислительных средах / В.В. Воеводин // Автоматика и телемеханика. – 2007. – №5. – С.32-45.
5. Георгиевский, А.Е. Моделирование процессов взаимодействия протокольных объектов в средствах информационного обмена: дис. ... канд. техн. наук: 05.13.06 / Георгиевский Александр Евгеньевич. – Орел, 2008. – 184 с.
6. Голенко-Гинзбург, Д.И. Принятие решений в управляемых циклических альтернативных сетевых моделях для проектов с детерминированными ветвлениями / В.И. Воропаев, Я.Д. Гельруд, Д.И. Голенко-Гинзбург, А. Бен-Яр // Управление проектами и программами. – 2010. – №1. – С.4-14.
7. Григорьев, Л.Ю. Корпоративная архитектура и ее составляющие [Электронный ресурс] / Л.Ю. Григорьев, Д.В. Кудрявцев, С.Л. Горелик // Бизнес Инжиниринг Групп. URL: http://bigc.ru/theory/innovations/corp_arch.php (дата обращения: 29.04.2013).
8. Давыдов, Е.Б. Тенденции процессов разработки и исследования протоколов сетей связи / Е.Б. Давыдов, Ю.С. Злотников // – Техника средств связи. – 1987 – №2 – С.79-88.

9. Демидов А.В. Модель подсистемы разграничения доступа системы управления информационным обменом сети корпоративных порталов / А.В. Демидов // Прикладная математика, управление и информатика. Т. 1. 2012. С. 65–68.
10. Денисенко, В.В. HART-протокол: общие сведения и принципы построения сетей на его основе [Текст]. / В.В. Денисенко // Современные технологии автоматизации.– 2010. –№3. – С. 94-97.
11. Денисенко, В.В. Компьютерное управление технологическим процессом, экспериментом, оборудованием. [Текст]. / В.В. Денисенко. – М.: Горячая линия-Телеком. 2008. – 608 с.
12. Денисенко, В.В. Протоколы и сети Modbus и Modbus TCP [Текст]. / В.В. Денисенко // Современные технологии автоматизации. – 2010. – №4. С. 94 – 98.
13. Домбровский, К.А. Имитационная модель передачи мультимедийного трафика в мультисервисной сети с адаптированной маршрутизацией на основе объектно-ориентированного подхода: дис. ... канд. техн. наук: 05.13.18 / Домбровский Кирилл Александрович. – Уфа, 2007. – 126 с.
14. Домбровский, К.А. Обработка результатов имитационного моделирования и оценка адекватности модели / К.А. Домбровский // Современные информационные технологии – 2004: сб. тр. междунар. науч.-техн. конф. Пенза: Изд-во ПГТУ, 2004. С. 73-75.
15. Елманова, Н. Web-порталы: назначение, преимущества, особенности и средства [Электронный ресурс] / Н. Елманова // КомпьютерПресс. – 2002. – № 6. URL: <http://www.compress.ru/Archive/CP/2002/6/12> (дата обращения: 09.12.2012).
16. Еременко, В.Т. Актуальные аспекты теоретической и прикладной информатики: Монография в 3-х томах. Том 3. Актуальные технико-экономические и организационные аспекты информатизации. [Текст]. / Под ред. д.т.н. В.Т. Еременко, А.П. Фисуна, В.А. Минаева. В 2-х кн.: Кн. 1. – Орел: Изд-во ОГУ, ГУ-УНПК, 2012. – 226 с.

17. Еременко, В.Т. Актуальные аспекты теоретической и прикладной информатики: Монография в 3-х томах. Том 3. Актуальные технико-экономические и организационные аспекты информатизации. [Текст]. / Под ред. д.т.н. В.Т. Еременко, А.П. Фисуна, В.А. Минаева. В 2-х кн.: Кн. 2. – Орел: Изд-во ОГУ, ГУ-УНПК, 2012. – 157 с.

18. Еременко, В.Т. Актуальные теоретические и технологические аспекты информатики: Методологические основы информатики: Монография. Том 1. [Текст]. / В.Т. Еременко, А.П. Фисун, И.С. Константинов, А.В. Коськин, В.А. Лобанова и др., – Орел: Изд-во ОГУ, ОрелГТУ, 2011.– 234 с.

19. Еременко, В.Т. Алгоритмы выбора оптимального маршрута в корпоративных сетях [Текст]. / А.В. Еременко, В.Т. Еременко, А.И. Офицеров // Известия ТулГУ. Серия. Технологическая системотехника. Вып. 10. – 2006. –С. 101 – 107.

20. Еременко, В.Т. Алгоритмы и процедуры генерации тестов для протоколов информационного обмена [Текст] / В.Т. Еременко, Т.М. Парамохина // Вестник компьютерных и информационных технологий. – 2006, № 12. – С. 46 – 50.

21. Еременко, В.Т. Алгоритмы поиска угроз в пространстве состояний процессов информационного обмена распределенной управляющей системы [Текст]. / В.Т. Еременко, И.С. Константинов // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2004. – Т.10. –№ 4А. – С. 912-918.

22. Еременко, В.Т. Алгоритмы проектирования сетей на основе полевых шин [Текст]. / В.Т. Еременко, С.А. Максаков, А.В. Еременко // Известия ТулГУ. Серия Технологическая системотехника. Вып. 11. Труды участников V Международной электронной научно-технической конференции "Технологическая системотехника – 2006". – 2006. – С. 107 –116.

23. Еременко, В.Т. Анализ корректности протоколов TCP/IP на основе инвариантности сетей Петри [Текст]. / В.Т. Еременко, А.Е. Георгиевский, А.В. Еременко, Т.О. Дмитриева // Известия ТулГУ. Серия Технологическая

системотехника. Вып. 11. Труды участников V Международной электронной научно-технической конференции "Технологическая системотехника – 2006". – 2006. – С. 53 – 63.

24. Еременко, В.Т. Анализ моделей управления трафиком в сетях АСУП на основе технологии MPLS [Текст]. / В.Т. Еременко, С.В. Еременко, Д.В. Анисимов, С.А. Черепков, А.А. Лякишев // Информационные системы и технологии. – 2013. – № 1. – С. 106 – 112.

25. Еременко, В.Т. Выбор операционных моделей обработки, архивирования и защиты изображений в распределенных системах технической диагностики [Текст]. // В.Т. Еременко, А.В. Тютякин, Е.А. Семашко // Информационные системы и технологии. – 2011. – № 3. – С. 115 – 119.

26. Еременко, В.Т. Выделение и обработка парциальных геомагнитных сигналов при дирекционном анализе магнитотеллурических наблюдений./ Еременко В.Т. Кузичкин О.Р., Ромашов В.В., // Радиотехника. – 2008. – №9. – С. 38 – 41.

27. Еременко, В.Т. Идентификация моделей дискретных линейных систем с переменными, медленно изменяющимися параметрами./ В.Т. Еременко, // Радиотехника и электроника. – 2010. – №1. – Том 55. – С. 1 – 10.

28. Еременко, В.Т. Компьютерная графика: методы, модели и средства преобразования графической информации: монография. Том 1. [Текст]. / Еременко В.Т., Фисун А.П., Константинов И.С., Агарков Д.В., Семашко Е.А. – Орел: Изд-во ОГУ, ОрелГТУ, 2010. – 364 с.

29. Еременко, В.Т. Концепция обнаружения и коррекции логических ошибок в реализациях профилей протоколов безопасности [Текст]. / В.Т. Еременко // Телекоммуникации. – 2003. № 8. – С. 30 – 35.

30. Еременко, В.Т. Математическая модель оценки производительности беспроводной вычислительной сети АСУ предприятия [Текст]. / С.И. Афонин, В.Т. Еременко, Д. А. Краснов и др. // Информационные системы и технологии. – 2011. – № 5 – С.11 – 20.

31. Еременко, В.Т. Математическая модель процессов информационного обмена для сетей на основе полевых шин [Текст] / В.Т. Еременко, С.А. Максаков // Известия ТулГУ. Серия. Технологическая системотехника. Вып. 9. – Тула: Издательство ТулГУ, 2006. – С. 127 – 135.

32. Еременко, В.Т. Математические модели реализаций протоколов информационного обмена [Текст] / В.Т. Еременко, С.И. Афонин, Д.Г. Богачев // Известия ТулГУ. Серия. Технологическая системотехника. Вып. 9. – Тула: Издательство ТулГУ, 2006 – С. 40 – 45.

33. Еременко, В.Т. Математическое моделирование беспроводного сегмента вычислительной сети АСУ ИП [Текст]. / В.Т. Еременко, Д.В. Анисимов, Т.М. Парамохина, А.А. Лякишев// Информационные системы и технологии. – 2013. – № 3. – С.67 – 72.

34. Еременко, В.Т. Метод проектирования сетей передачи данных совместимых с неблокируемой маршрутизацией [Текст]. / В. Т. Еременко, А.И. Офицеров, С. А. Черепков // Вестник компьютерных и информационных технологий. – 2012. – № 4. – С. 38 – 46.

35. Еременко, В.Т. Методика анализа возникновения логических ошибок в реализациях протоколов информационного обмена [Текст]. / А.В. Еременко, В.Т. Еременко, О. В. Озаренко // Известия ТулГУ. Серия. Технологическая системотехника. Вып. 8. Труды участников V Международной электронной научно-технической конференции «Технологическая системотехника – 2006». – 2006. – С. 106 – 115.

36. Еременко, В.Т. Методика анализа гарантированности реализаций профилей протоколов информационного обмена [Текст]. / В.Т. Еременко // Вестник компьютерных и информационных технологий. – 2004, № 2 – С. 47– 48.

37. Еременко, В.Т. Методика выбора характеристик фильтров изображений в системах технической диагностики [Текст]. / В.Т. Еременко, А.В. Тютякин, А.А. Кондрашин // Контроль и диагностика. – 2011. – № 11. – С. 46 – 52.

38. Еременко, В.Т. Методика оптимизации структуры кампусных компонентов корпоративных сетей предприятия [Текст] / В.Т. Еременко, С.И. Афонин, О.В. Третьяков, С.В. Еременко // Известия ТулГУ. Серия. Технологическая системотехника. Вып. 13.– Тула: Издательство ТулГУ.– 2006.– С. 13 – 22.

39. Еременко, В.Т. Методика оценки неопределенности данных аттестационного тестирования реализаций профилей протоколов информационного обмена [Текст] / В.Т. Еременко, Т.М. Парамохина // Вестник компьютерных и информационных технологий. – 2005, № 8 – С. 45 – 48.

40. Еременко, В.Т. Методологические аспекты выбора профилей сбора и обработки данных в системах неразрушающего контроля и диагностики технических объектов [Текст]. / В.Т. Еременко, А.В. Тютякин // Контроль. Диагностика. – 2013. – № 1. – С. 24 – 31.

41. Еременко, В.Т. Методологические аспекты обработки изображений в автоматизированных системах диагностики [Текст]. / В.Т. Еременко, А.В. Тютякин, А.А. Кондрашин // Информационные системы и технологии. – 2011. – № 2. – С. 19 – 25.

42. Еременко, В.Т. Методологический аспект построения теории функциональной стандартизации протоколов информационного обмена [Текст]. / В.Т. Еременко // Вестник компьютерных и информационных технологий. – 2004. – № 1. – С. 14 – 17.

43. Еременко, В.Т. Методы решения задач распределения информационных потоков в сетях передачи данных предприятия на основе резервирования ресурсов. [Текст]. / С.И. Афонин, В. Т. Еременко, Л.В. Кузьмина и др. // Информационные системы и технологии. – 2012. – № 1. – С.78 – 84.

44. Еременко, В.Т. Модели и алгоритмы анализа логических ошибок в протоколах информационного обмена [Текст]. / А.В. Еременко, В.Т. Еременко, О. В. Озаренко // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Технические науки.– 2006. – № 6. – С. 229 – 238.

45. Еременко, В.Т. Моделирование взаимодействия протокольных реализаций TCP RENO и TCP VEGAS в сети с ограниченной производительностью [Текст]./ В.Т. Еременко, П. Сысоев // Информационные системы и технологии. – 2010. – №1. – С. 109-114.

46. Еременко, В.Т. Моделирование информационных потоков в сетях передачи данных интегрированных АСУ [Текст]. / С.И. Афонин, В. Т. Еременко, Т. М. Парамохина, Л.В. Кузьмина, Д. А. Плащенков // Информационные системы и технологии. – 2011. – № 6 – С. 35 – 42.

47. Еременко, В.Т. Моделирование пропускной способности сегмента беспроводной сети АСУП на базе стандарта 802.11 [Текст]. / В.Т. Еременко, Д.В. Анисимов, С.А. Черепков, А.А. Лякишев, П.А. Чупахин // Информационные системы и технологии. – 2013. – № 2 – С.82 – 86.

48. Еременко, В.Т. Моделирование процесса формирования экспертной группы по заданной тематике [Текст]. / В.Т. Еременко, М.А. Сазонов, С.И. Фомин, В.А. Петров // Информационные системы и технологии. – 2012. № 3. – С.23 – 31.

49. Еременко, В.Т. Моделирование процессов анализа реализаций протоколов информационного обмена для решения задач описания их статического и динамического взаимодействия [Текст] / В.Т. Еременко, И.С. Константинов // Вестник компьютерных и информационных технологий. – 2004, № 4. – С. 11 – 15.

50. Еременко, В.Т. Моделирование процессов информационного обмена в распределенных управляющих системах: Монография. [Текст]. / В.Т. Еременко. – М.: Машиностроение –1. – 2004. – 224с.

51. Еременко, В.Т. Оптимизация ресурсов и управление процессами информационного обмена в сетях АСУТП на основе полевых шин [Текст]. / С. И. Афонин, В. Т. Еременко, С. А. Максаков, А. И. Куленич // Вестник компьютерных и информационных технологий. – 2011. – № 9. – С. 46 – 49.

52. Еременко, В.Т. Основное содержание теории функциональной стандартизации протоколов безопасности и принципы ее разработки [Текст]. / В.Т. Еременко // Телекоммуникации. – 2003. – № 6. – С. 34 – 38.

53. Еременко, В.Т. Основы построения и перспективы развития аппаратных средств вычислительной техники: Монография в 2-х томах. Том 1. [Текст]. / В.Т. Еременко, И.С. Константинов, А.В. Коськин, В.А. Лобанова и др.– Орел: Изд-во ОГУ, ОрелГТУ, 2008. – 346 с.

54. Еременко, В.Т. Основы построения и перспективы развития аппаратных средств вычислительной техники: Монография в 2-х томах. Том 2 / В.Т. Еременко, И.С. Константинов, А.В. Коськин, В.А. Лобанова и др.– Орел: ОГУ, ОрелГТУ, 2008.– 162 с.

55. Еременко, В.Т. Подход к оценке качества предоставления информационных услуг в беспроводной сети передачи данных АСУТП газотранспортного предприятия в условиях воздействия помех и внепротокольных прерываний [Текст]. / В.Т. Еременко, Д.В. Анисимов, Д. А. Краснов, С.А. Воробьев // Информационные системы и технологии. – 2013.– № 4. – С. 96 – 105.

56. Еременко, В.Т. Правовое обеспечение информационной безопасности объектов информатизации и регулирование конституционных прав личности в информационной сфере: Монография. [Текст]. / В.Т. Еременко, И.С. Константинов, А.В. Коськин и др. /Под ред. д.т.н. А.П. Фисуна, к.ю.н. Ю.А. Белевской, – Орел: Изд-во ОГУ, ОрелГТУ, 2008.– 362 с.

57. Еременко, В.Т. Применение локальных первичных преобразователей электрического поля в системах мониторинга геодинамических объектов./ Еременко В.Т., Кузичкин О.Р., Цаплев А. В. // Приборы и системы. Управление, контроль и диагностика. – 2008. – №9. – С. 50 – 54.

58. Еременко, В.Т. Проектирование логической структуры распределенной телекоммуникационной среды предприятия [Текст]. / В.Т. Еременко, С.И. Афонин, А.Е. Георгиевский // Известия высших учебных

заведений. Поволжский регион. Технические науки. Пенза: Издательство Пензенского государственного университета. – 2006. – № 6. – С. 141 – 150.

59. Еременко, В.Т. Рекурсивный алгоритм оценки минимальной величины канального ресурса в сети передачи данных [Текст]. / В. Т. Еременко, Л.В. Кузьмина, Д. А. Плащенков, Д. А. Краснов // Информационные системы и технологии. – 2012. – № 4. – С. 97 – 102.

60. Еременко, В.Т. Решение задач управления сетевыми ресурсами в условиях динамического изменения конфигурации беспроводной сети АСУП [Текст]. / В.Т. Еременко, Д.В. Анисимов, Д.А. Плащенков, Д.А. Краснов, С.А. Черепков, А.Е. Георгиевский // Информационные системы и технологии. –2012. – № 6. – С. 114 – 119.

61. Еременко, В.Т. Синтаксический анализ логической характеристики стека протокола TCP/IP [Текст] / В.Т. Еременко, С.В. Алдобаев, Е.А. Семашко, С.В. Еременко // Известия ТулГУ. Серия Технологическая системотехника. Вып. 12.– Тула: Издательство ТулГУ.– 2006. – С. 9 – 15.

62. Еременко, В.Т. Синтез локально-оптимальной структуры классификатора информационных ресурсов по критерию минимума средней длины процедуры поиска [Текст]. / В. Т. Еременко, А.А. Батенков, И. С. Полянский, К.А. Батенков, М. А. Сазонов // Вестник компьютерных и информационных технологий. – 2013. – № 7. – С. 3 – 8.

63. Еременко, В.Т. Синтез сетей передачи данных автоматизированных систем управления на основе критерия неблокируемой маршрутизации [Текст]. / С. И. Афонин, В. Т. Еременко, А. И. Офицеров, О. О. Басов // НАУЧНЫЕ ВЕДОМОСТИ Белгородского государственного университета. Серия «История. Политология. Экономика. Информатика». – 2011. – № 7 (102). Выпуск 18/1. – С. 168 – 176.

64. Еременко, В.Т. Создание теоретических основ автоматизации и построения технологической составляющей АСУ территориально

распределенных предприятий [Текст]. / С.И. Афонин, В. Т. Еременко. // Информационные системы и технологии. – 2012. – № 2 – С. 99 – 105.

65. Еременко, В.Т. Способы и приемы анализа характеристик протоколов информационного обмена в телекоммуникационной среде предприятия [Текст]. / В.Т. Еременко, М.В. Чистяков // Известия ТулГУ. Серия. Технологическая системотехника. Вып. 7. Труды участников IV Международной электронной научно-технической конференции «Технологическая системотехника – 2005». – Тула: Издательство ТулГУ. – 2006. – С. 61 – 64.

66. Еременко, В.Т. Способы и приемы оптимизации процесса оценки вида технического состояния объектов телекоммуникаций [Текст]. / В.Т. Еременко, А.Н. Орешин, Н.А. Орешин, А.М. Лабунец // Вестник компьютерных и информационных технологий. – 2008.– №6. – С. 40 – 47.

67. Еременко, В.Т. Способы и приемы оптимизации процесса поверки измерительного комплекса автоматизированной системы контроля [Текст]. / В.Т.Еременко, А.Н. Орешин, А.В. Тукелев, Р.Б. Трегубов // Вестник компьютерных и информационных технологий. – 2008. – №3. – С. 35 – 40.

68. Еременко, В.Т. Способы и приемы предотвращения блокировок процессов информационного обмена в сетях передачи данных предприятия. [Текст]. / В.Т. Еременко, А.В. Коськин, С.И. Афонин, А.Н. Савенков, В.Е. Фисенко // Вестник компьютерных и информационных технологий. – 2008. – №12 – С. 38 – 43.

69. Еременко, В.Т. Теория информации и информационных процессов: Монография. [Текст]. / В.Т. Еременко, И.С. Константинов, А.В. Коськин, В. А. Лобанова и др. /Под ред. д.т.н. В.Т. Еременко, д.т.н. А.П. Фисуна. – Орел: Изд-во ОГУ, ОрелГТУ 2008.– 478 с.

70. Еременко, В.Т. Функциональная стандартизация протоколов информационного обмена в распределенных управляющих системах: дис. ... докт. техн. наук: 05.13.06 / Еременко Владимир Тарасович. – Орел, 2005. – 380 с.

71. Зайцев, С.С. Сервис открытых информационно-вычислительных сетей. Справочник / С.С. Зайцев, М.И. Кравцунов, С.В. Ротанов. – М.: Радио и связь, 1990. – 236 с.

72. Иванников, А.Д. Критерии готовности к использованию информационных технологий / А.Д. Иванников, А.Н. Тихонов, В.Я. Цветков // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2009. – №3. – С.84-85.

73. Иванников, А.Д. Создание и перспективы развития ис «Единое окно доступа к ресурсам образовательных порталов» / А.Д. Иванников, М.В. Булгаков, Е.Г. Гридина, М.Б. Булакина, А.В. Сигалов // Открытое образование – 2006. – №4. – С.15-21.

74. Иванов, И.А. Пространственная информация как базовая составляющая производственного информационного ресурса газотранспортного предприятия при эксплуатации компрессорных станций [Электронный ресурс] / И.А. Иванов, М.Н. Мосягин, А.М. Руденко, М.Б. Басин, А.Г. Михайленко // Информационный бюллетень ГИС-Ассоциации. – 2010. – № 1. – URL: <http://www.gisa.ru/61450.html> (дата обращения: 16.12.2012).

75. Имитационное моделирование производственных систем [Текст]. / Под ред. А.А. Вавилова. – М.: Прогресс. 1983. – 321 с.

76. Интернет-порталы: содержание и технологии. Сб. научн. ст. Вып. 1 / Редкол.: А.Н. Тихонов (пред.), В.Н. Васильев, Е.Г. Гридина, А.Д. Иванников, А.М. Кондаков, Г.А. Краснова, В.В. Радаев. ГНИИ ИТТ "Информика". – М.: Издательство "Просвещение", 2003. – 720 с.: ил.

77. Интернет-порталы: содержание и технологии. Сб. научн. ст. Вып. 2 / Редкол.: А.Н. Тихонов (пред.), В.Н. Васильев, Е.Г. Гридина, А.Д. Иванников, А.М. Кондаков, Г.А. Краснова, В.В. Радаев. ГНИИ ИТТ "Информика". – М.: Издательство "Просвещение", 2004. – 499 с.: ил.

78. Интернет-порталы: содержание и технологии. Сб. научн. ст. Вып. 3 / Редкол.: А.Н. Тихонов (пред.) и др.; ФГУ ГНИИ ИТТ "Информика". – М.: Издательство "Просвещение", 2005. – 590 с.: ил.

79. Интернет-порталы: содержание и технологии. Сб. научн. ст. Вып. 4 / Редкол.: А.Н. Тихонов (пред.) и др.; ФГУ ГНИИ ИТТ "Информика". – М.: Издательство "Просвещение", 2007. – 606 с.: ил.

80. Ицкович, Э.Л. Современные алгоритмы автоматического регулирования и их использование на предприятиях [Текст]. / Э.Л. Ицкович // Автоматизация в промышленности. – 2007. – №6. – С. 39-44.

81. Константинов, И.С. Моделирование процессов информационного обмена в корпоративных сетях на основе теории массового обслуживания / И.С. Константинов, С.И. Афонин // Информационные системы и технологии. – 2007. – №4. – С.132-137.

82. Корпоративные информационные порталы (опыт создания и эксплуатации, эффективность функционирования) [Электронный ресурс] / www.bestreferat.ru. – URL: <http://www.bestreferat.ru/archives/43/bestref-213143.zip> (дата обращения: 05.05.2013).

83. Корпоративные компьютерные сети. Эффективность компьютерных сетей и перспективы их развития [Электронный ресурс] / СГА Информатика – URL: <http://sga-informatika.ru/1006032/406-31-concept-of-efficiency-of-computer-networks-and-methodology-of-its-assessment.html> (дата обращения: 02.05.2013)

84. Корпоративные порталы: определение, история развития, цели и средства [Электронный ресурс] / allbest.ru. – URL: <http://otherreferats.allbest.ru/marketing/d00175610.html> (дата обращения: 02.05.2013).

85. Корпоративный информационный портал [Электронный ресурс] / TAdviser.ru. – URL: http://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Корпоративный_информационный_портал (дата обращения: 05.06.2013).

86. Корячко, В.П. Моделирование технических систем с использованием GERT-сетей [Электронный ресурс] / В.П. Корячко, А.П. Шибанов, В.А. Шибанов, Н.В. Кравчук // XVI Всероссийская научно-методическая конференция "Телематика 2009". – 2009. URL: http://tm.ifmo.ru/tm2009/db/doc/get_thes.php?id=68 (дата обращения: 24.10.2012).

87. Коськин, А.В. Анализ методов и подходов к моделированию компонентов сложных организационно-технических систем / П.П. Аврашков, А.В. Коськин, С.В. Терентьев, А.И. Фролов, Р.А.Ветров // Информационные системы и технологии. – 2011. – №6. – С. 27–34.

88. Кругляк, К. Локальные сети Ethernet в АСУ ТП: быстрее, дальше, надежнее [Текст]. / К. Кругляк.// Современные технологии автоматизации. – 2003. – №1. –С. 6 – 13.

89. Кучерявый, Е.А. NS2 как универсальное средство имитационного моделирования сетей связи / Е.А.Кучерявый // Труды VII междунар. конф.: Информационные сети, системы и технологии. – Минск. -2001.

90. Лазарев С. А., Демидов А. В. Концепция построения системы управления информационным обменом сети корпоративных порталов // Информационные системы и технологии. 2010. № 4 (60). С. 123–129.

91. Лазарев С.А. Некоторые аспекты создания информационных ассоциаций в глобальных сетях на основе построения сети корпоративных порталов // Информационные системы и технологии. 2012. № 1 (69). С. 103–109.

92. Лазарев С. А., Демидов А. В. Особенности построения подсистемы управления доступом системы управления информационным обменом сети корпоративных порталов // Информационные системы и технологии. 2012. № 4 (72). С. 103–110.

93. Лазарев С. А., Демидов А. В. Управление доступом к ресурсам сети корпоративных порталов // Информационные технологии в науке, образовании и производстве. 2012.

94. Левин, Н.А. Реализация объектно-ориентированной модели массовой обработки данных / Н.А. Левин, В.И. Мунерман // Системы высокой доступности. – 2012. – №3. – Т.8. – С.23-25.
95. Майника, Э. Алгоритмы оптимизации на сетях и графах / Э. Майника. – М.: Мир, 1981. – 321 с.
96. Максаков, С.А. Оптимизация ресурсов и управление процессами информационного обмена в сетях АСУТП на основе полевых шин: дис. ... канд. техн. наук: 05.13.06 / Максаков Сергей Анатольевич. – Орел, 2008. – 181с.
97. Мегаев, К.А. Алгоритм управления трафиком в среде корпоративного портала / К.А. Мегаев, М.Ю. Рытов // Вестник БГТУ. – 2014. – № 1. – С.87-93.
98. Мегаев, К.А. Алгоритм формирования замкнутых групп пользователей в среде корпоративного портала / М.Ю. Рытов, К.А. Мегаев // Всероссийская научно-техническая конференция – 2013 "Научоемкие технологии в приборо- и машиностроении и развитие инновационной деятельности в ВУЗе". – 2013. – С.11-18.
99. Мегаев, К.А. Имитационная модель обмена данными в среде корпоративного портала с агрегированным трафиком / К.А. Мегаев, М.Ю. Рытов // Вестник БГТУ. – 2013. – № 4. – С.129-133.
100. Мегаев, К.А. Имитационное моделирование агрегированного потока данных в среде корпоративного портала промышленных предприятий / М.Ю. Рытов, К.А. Мегаев // 2-я Международная молодежная научная конференция «ПОКОЛЕНИЕ БУДУЩЕГО – 2013: Взгляд молодых ученых». Том 4. – 2013. – С.208-212.
101. Мегаев, К.А. Методика оценки характеристик процессов обмена данными в информационной среде корпоративного портала / К.А. Мегаев // Информационные системы и технологии. – 2013. – № 6. – С.122-130.
102. Мегаев, К.А. Методика управления потоками информации в корпоративных порталах на основе формирования замкнутых групп

пользователей / К.А. Мегаев // Информационные системы и технологии. – 2013. – № 4. – С.139-144.

103. Мегаев, К.А. Моделирование процессов передачи данных в задачах повышения энергоэффективности и их отображение в корпоративных порталах / К.А. Мегаев // XI Международную научно-практическую интернет-конференцию "Энерго- и ресурсосбережение – XXI век". – 2013. – С.253-255.

104. Мегаев, К.А. Моделирование технологического процесса обмена данными в среде корпоративного портала с агрегированным трафиком / М.Ю. Рытов, К.А. Мегаев // Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии. – 2013. – № 6. – С.23-28.

105. Мегаев, К.А. Оптимизация технических возможностей реализаций протоколов информационного обмена в среде корпоративных порталов / К.А. Мегаев // Информационные системы и технологии. – 2013. – № 5. – С.54-62.

106. Мегаев, К.А. Программное средство управления ресурсами в среде корпоративного портала. / С.А. Черепков, А.А. Лякишев, К.А. Мегаев, Д.В. Анисимов, С.В. Еременко, М.Ю. Рытов / Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2013619124 Федеральной службы по интеллектуальной собственности от 25 сентября 2013 г.

107. Мегаев К.А. Разграничение доступа к данным в среде корпоративного портала по средствам образования замкнутых групп пользователей / М.Ю. Рытов, К.А. Мегаев // Информация и безопасность. – 2014. – № 1. – С.130-133.

108. Мегаев, К.А. Способы и приемы управления потоками информации в корпоративных порталах промышленных предприятий [Электронный ресурс] / К.А. Мегаев // II международная научно-техническая интернет-конференция "Информационные системы и технологии". – 2013. Доступ через авторизацию на сайте: <http://isit-conf.gu-unpk.ru/>.

109. Мегаев К.А. Теоретические основы управления обменом данными в среде корпоративного портала промышленного предприятия: монография / М.Ю. Рытов, К.А. Мегаев, С.В. Еременко. – Брянск: Изд-во БГТУ, 2014. – 196 с.

110. Мельников, Д.А. Информационные процессы в компьютерных сетях: протоколы, стандарты, интерфейсы, модели [Текст]. / Д.А. Мельников. – М.: КУДИЦ-ОБРАЗ, 1999. – 256 с.

111. Озаренко, О.В. Управление восстановлением процессов информационного обмена в объединенных сетях передачи данных: дис. ... канд. тех. наук: 05.13.06 / Озаренко Олег Викторович. – Орел, 2009. – 117 с.

112. Олифер, В.Г. Основы сетей передачи данных [Текст]. / В.Г. Олифер, Н.А. Олифер. – М.: ИНТУИТ.РУ. – 2003. – 248 с.

113. Петунин, С.А. Принципы построения имитационных моделей передачи трафика IP-телефонии в корпоративной мультисервисной сети с перегрузками: дис. ... канд. физ.-мат. наук: 05.13.18 / Петунин Сергей Александрович. – Челябинск, 2004. – 110 с.

114. Плющенко, Р.А. Исследование и разработка методов и средств интеграции информационно-программных систем управления предприятием: дис. ... канд. тех. наук: 05.13.06 / Плющенко Роман Александрович. – Москва, 2006. – 135 с.

115. Подобуев, А.Г. Онтологические модели в автоматизированном проектировании корпоративных порталов: дис. ... канд. тех. наук: 05.13.12 / Подобуев Андрей Геннадьевич. – Рязань, 2007. – 148 с.

116. Подольский, В.Е. Архитектура корпоративной информационной системы поддержки принятия решений / И.В. Храпов, С.В. Мищенко, В.Е. Подольский, Д.В. Буркеев // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2003. – №1. – С.30-33.

117. Подольский, В.Е. Обобщенные критерии структурной сложности для оценки уровня качества обслуживания в компьютерных сетях / С.С. Толстых, В.Е. Подольский, Р.В. Федоров, С.Г. Толстых // Инновации на основе информационных и коммуникационных технологий. – 2008. – №1. – С.179-181.

118. Подольский, В.Е. Основные подходы к разработке системы удаленного администрирования сетевых клиентов на основе веб-технологий /

А.Н. Бабичев, В.Е. Подольский // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. – 2012. – №3. – С.42-47.

119. Прангишвили, И.В. Актуальные проблемы развития систем управления в промышленности [Текст]. / И. В. Прангишвили // Автоматизация в промышленности. – 2010. – № 1. – С.

120. Преобразование ИТ-сервисов корпоративного уровня с помощью безопасного и совместимого частного облака [Электронный ресурс]. URL: [http://www.cisco.com/web/RU/pdf/services/services_cloud_enablement - white_paper_enterprise.pdf](http://www.cisco.com/web/RU/pdf/services/services_cloud_enablement_white_paper_enterprise.pdf) (дата обращения: 01.11.2012).

121. Проблемы автоматизации управления предприятием [Текст]. // ВИТЕ-Россия.-2009.-№9. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.bytemag.ru/articles/detail.php?ID=6822> (дата обращения: 11.12.2012).

122. Протоколы информационно-вычислительных сетей. Разработка, моделирование и анализ / Под редакцией Мизина В.А. – М.: Финансы и статистика, 1990. – 501 с.

123. Раков, В.И. Методика обнаружения и коррекции внепротокольных прерываний в сетях передачи данных / О.В. Озаренко, В.И. Раков // Информационные системы и технологии. – 2009. – №2. – С.103-109.

124. Решетников, И.С. Автоматизация производственной деятельности газотранспортной компании [Текст]. / И.С. Решетников.– М.: НГСС, 2011, 116 с.

125. Саати, Т.Л. Принятие решений при зависимостях и обратных связях: Аналитические сети. Пер. с англ. Изд. 2-е. [Текст]. / Т.Л. Саати. – М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2009. – 360 с.

126. Саати, Т.Л. Элементы теории массового обслуживания и ее приложения: Пер с англ. Изд. 3-е. [Текст]. – М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2010. – 520 с. / Т.Л. Саати.

127. Савенков, А.Н. Управление процессами информационного обмена в сетях передачи данных АСУ машиностроительного предприятия: дис. ... канд. техн. наук: 05.13.06 / Савенков Алексей Николаевич. – Орел, 2007. – 147 с.

128. Сахаров, А. Корпоративные порталы: функциональность и архитектура [Электронный ресурс] / А. Сахаров // PC Week/RE («Компьютерная неделя»). – 2005. – № 27. URL: http://www.pcweek.ru/themes/detail.php?ID=70846&THEME_ID=13888 (дата обращения: 05.05.2013).

129. Семенов, М.Г. Методика математического моделирования защищенной ИТС на основе многослойной GERT-сети / М.Г. Семенов // Вестник НТУ "ХПИ". – 2012. – № 62. – С. 185-193.

130. Суздальцев, А.И. Дискретно-детерминированная модель системы поддержки принятия решений в АСУ предприятия / Н.В. Волкова, А.И. Суздальцев // Информационные системы и технологии. – 2011. – №3. – С.38-42.

131. Таненбаум, Э. Компьютерные сети / Э. Таненбаум; [Пер. с англ. В. Шрага]. – 4-е изд. – Сер. Классика computer science. – М.: Питер, 2003.- 991 с.

132. Тихонов, А.Н. Комплексный анализ системы федеральных образовательных порталов / А.Н. Тихонов, А.Д. Иванников, Е.Г. Гридина, Н.И. Куракина, А.В. Симонов, И.И. Чиннова // Сборник научных статей "Интернет-порталы: содержание и технологии". Выпуск 2. ГНИИ ИТТ "Информика". – М.: Просвещение. – 2004. – С. 192-226.

133. Тихонов, А.Н. Федеральный горизонтальный портал "Российское образование" / А.Н. Тихонов, А.Д. Иванников, М.В. Булгаков, Е.Г. Гридина и др. // Сборник научных статей "Интернет-порталы: содержание и технологии". Выпуск 2. ГНИИ ИТТ "Информика". – М.: Просвещение. – 2004. – С. 10-55.

134. Точилин, Н.В. Применение Internet- и Intranet-технологий для обмена электронными данными. / Н.В. Точилин. Научно-экономический сборник «Газовая промышленность» [Текст]. М.: ООО «ИРЦ Газпром» – 2000. – №6. – С. 22 – 25.

135. Турчин, С. Общие проблемы автоматизации управления предприятием [Электронный ресурс] // Портал iTeam. URL:

http://www.iteam.ru/publications/it/section_53/article_1371/ (дата обращения: 16.01.2013).

136. Тютюнник, М.Н. Transparent Factory первые шаги [Электронный ресурс] // Средства и системы компьютерной автоматизации. URL: <http://asutp.ru/?p=600099> (дата обращения: 01.03.2013).

137. Тютюнник, М.Н. Концепция Transparent Factory: Web-технология в автоматизации производства [Электронный ресурс] // Мир компьютерной автоматизации. URL: <http://www.mka.ru/?p=40134> (дата обращения: 01.03.2013).

138. Федоров, Б. Внедрение информационных технологий в систему управления предприятием / Б. Федоров, В. Макаренко // Персонал Микс. – 2006. – №1. – С.26-30.

139. Федоров, В.К. Контроль и испытания в проектировании и производстве радиоэлектронных средств [Текст]./ В.К. Федоров, Н.П. Сергеев, А.А.Кондрашин. – М.: Техносфера.– 2005. – 504 с.

140. Характеристика информационных порталов в сетях [Электронный ресурс] // ref.rushkolnik.ru. URL: <http://ref.rushkolnik.ru/v54240/> (дата обращения: 05.05.2013).

141. Шелухин О.И. Фрактальные процессы в телекоммуникациях: монография / О.И. Шелухин, А.М. Тенякшев, А.В. Осин // М.: Радиотехника, 2003. – 480 с.

142. Шибанов, А.П. Нахождение плотности распределения времени исполнения GERT-сети на основе эквивалентных упрощающих преобразований / А.П. Шибанов // Автоматика и телемеханика. – 2003. – № 2. – С.117–126.

143. Шибанов, А.П. Обобщенные GERT-сети для моделирования протоколов, алгоритмов и программ телекоммуникационных систем: дис. ... доктора техн. наук: 05.13.13 / Шибанов Александр Петрович. – Рязань, 2003. – 307 с.

144. Шильняк, Д.Д. Децентрализованное управление сложными системами: Пер. с англ. [Текст]. / Д.Д. Шильняк. – М.: Мир, 1994. – 576 с.

145. Щербо, В.К. Стандарты вычислительных сетей. Взаимосвязи сетей. Справочник. [Текст]. / В.К. Щербо – М.: КУДИЦ-ОБРАЗ. – 2000. – 268 с.
146. Щербо, В.К. Функциональные стандарты в открытых системах. Часть 1. Концепция открытых систем. Справочное пособие. [Текст]. / В.К. Щербо, В.А. Козлов. – М.: Международный центр научной и технической информации, 1997. – 124 с.
147. Якубайтис, Э.А. Информационные сети и системы. [Текст]. / Э. А. Якубайтис. – М.: Финансы и статистика, 1996. – 289 с.
148. Garcia J., Palomo F.R., Luque A., Aracil C., Quero J.M., Carrion D., Gamiz F., Revilla P., Perez-Tinao J., Moreno M., Robles P., Franquelo L.G. Reconfigurable distributed network control system for industrial plant automation. – IEEE Transactions on Industrial Electronics, Vol. 51, Issue 6, Dec. 2004, p.1168 – 1180.
149. Helei Wu; Jing Ming; Yirong Yang; Shanan Zhu. Integrating embedded-Web technology and real-time Ethernet for modern distributed control. – Fifth World Congress on Intelligent Control and Automation, 2004. WCICA 2004. vol. 2, 15-19 June 2004, p. 1323 – 1325.
150. Hollot C., Misra V., Towsley D., Gong W., "On designing improved controllers for AQM routers supporting TCP flows". In Proceedings of IEEE INFOCOM, 2001.
151. Hollot C., Liu Y., Misra V., Towsley D., "Unresponsive Flows and AQM performance", in Proceedings of IEEE/Infocom, 2003.
152. Kar K., Kodialam M. and Lakshman T.V. MPLS traffic engineering using enhanced minimum interference routing: an approach based on lexicographic max-flow. // Proceedings of International Workshop on QoS. June 2000, pp. 105-114.
153. Koguchi K., Jiang W., Schulzrinne H., "QoS measurement of VoIP endpoints", in IEICE Group meeting on Network Systems, Japan, 2002.
154. Kostas T.J., Borella M.S., Sidhu L., Schuster G.M., Grabiec J., Mahler J., "Real-Time Voice over Packet-Switched Networks", IEEE Network, 1998.

155. Lan K., Heidemann J., "Rapid model parameterization from traffic measurements", USC Information Sciences Institute Report. ISI-TR-561, Aug 1, 2002.
156. Lian F., Yook J.K., Tilbury D.M., Moyne J. Network architecture and communication modules for guaranteeing acceptable control and communication performance for networked multi-agent systems. – IEEE Transactions on Industrial Informatics, vol. 2, No. 1, Feb. 2006, p. 12 – 24.
157. Matthews W., Tirumala A., Cottrel L., Dunigan T., "Measuring End-to-end Bandwidth with Iperf using Web100", Intemet2 Spring Members Meeting, April 9-11, 2003.
158. Mena A. and Heidemann J., "An empirical study of real audio traffic". In INFOCOM2000, March 2000.
159. Misra V., Gong W., Towsley D., "Stochastic Differential Equation Modeling and Analysis of TCP Windowsize Behavior", Performance'99, 1999.
160. Modbus messaging on TCP/IP implementation guide, V1.0a. – www.Modbus-IDA.org, June 4, 2004, 46 p.
161. Murad R.S.A.; Cavana R.Y. Applying the viable system model to ICT project management // Int. J. of Applied Systemic Studies, 2012. Vol. 4, No. 3, pp. 186 – 205.
162. Natori K., Tsuji T., Ohnishi K., Hace A., Jezernik K. Robust bilateral control with Internet communication. – 30th Annual Conference of IEEE Industrial Electronics Society, IECON 2004, vol. 3, Nov. 2-6, 2004, p. 2321 – 2326.
163. Nikolakopoulos G.; Koundourakis M.; Tzes A. An integrated system based on Web and/or WAP framework for remote monitoring and control of industrial processes. IEEE International Symposium on Virtual Environments, Human-Computer Interfaces and Measurement Systems, 2003. VECIMS '03. 27-29 July 2003, p. 201 – 206.
164. Pritsker A. A. B. Modeling and analysis using Q-GERT networks New York: Wiley: Distributed by Halsted Press, 1979. – 435 p. 8. Pritsker A.A.B., Happ

W.W. GERT: Graphical Evaluation and Review Technique. Part I. Fundamentals // The Journal of Industrial Engineering (May 1966). – P. 67-101.

165. Qingcang Yu; Bo Chen; Cheng, H.H. Web based control system design and analysis. – IEEE Control Systems Magazine, vol. 24, No. 3, Jun 2004, p. 45 – 57.

166. Qiu B., Gooi H. B., Liu Y.; Chan E.K. Internet-based SCADA display system. IEEE Computer Applications in Power, vol. 15, No. 1, Jan 2002, p. 14 – 19.

167. Renton P., Bender P., Veldhuis S., Renton D., Elbestawi A., Teltz R., Bailey, T. Internet-based manufacturing process optimization and monitoring system. – Proc. on ICRA '02. IEEE International Conference on Robotics and Automation, 2002, v. 2, 11-15 May 2002, p. 1113 – 1118.

168. RFC 1889, "RTP: a transsopr protocol for real-time applications" / Schulzrinne H., Casner S., Frederick R., Jacobson V., Network Working Group, 1996.

169. Teng J., Lee R., Liu Y., Leou R. Integration of Internet and virtual instruments to develop an industrial SCADA. – IEEE Power Engineering Society Summer Meeting, 2001, Vol. 3, 2001, p.1509 – 1514.

170. Willig A. Redundancy Concepts to Increase Transmission Reliability in Wireless Industrial LANs. – IEEE Transactions on Industrial Informatics, vol. 1, № 3, 2005, p. 173 – 182.

171. Wu H., Ming J., Yang Y., Zhu S. Integrating embedded-Web technology and real-time Ethernet for modern distributed control. – Fifth World Congress on Intelligent Control and Automation, 2004. WCICA 2004. Vol. 2, June 15-19, 2004, p. 1323 – 1325.

172. Xi B., Fang Y., Chen M., Liu J. Use of Ethernet for Industrial Control Networks. – ICIEA – 1st IEEE Conference on Industrial Electronics and Applications, May 2006. – p. 1 – 4.

173. Yang S.H., Tan L.S., Chen X. Requirements specification and architecture design for Internet-based control systems. – Proceedings. 26th Annual International Computer Software and Applications Conference, 2002. COMPSAC 2002, 26-29 Aug. 2002, p. 75 – 80.

174. Ying-Xiao Xu, Gen-Du Zhang. Models and algorithms of QoS-based routing with MPLS traffic engineering. // High Speed Networks and Multimedia Communications 5th IEEE International Conference. July 2002, pp. 128-132.