



ISSN 2310-9017

Journal of Qafqaz University

**MATHEMATICS AND
COMPUTER SCIENCE**

An International Journal

**Journal is published twice a year
Number - 1. June, Number - 2. December**

**Efficient of extreme algorithms of high
order accuracy for solving applied tasks**

*Alishov N I., Shvachich G G.,
Semenov S G., Fedorov E E.*

**The study of the characteristics of information
systems distributed at the current time**

Zinchenko S V.

**Distributed data on the corporate
network aviation system**

Kuklinskiy M B., Kholyabkina T V.

**Calculation of the characteristics of the
perishable inventory system with infinite
orbit for retrieval customers**

Mamed Shakhmaliyev

**Semantic structure analysis of Turkish
wordsvia text mining model**

Tevfik Coban, Harun Bayer, Enes Celik

**Development of gert model of
management system by using test cases**

Semenov S G., Zmiyevskaya V N., Kassem Khalife

<http://journal.qu.edu.az>

**Volume 4
Number 1**

2016

Founder

Havar Mammadov

Editor-in-chief

Niftali Qocayev

Co-Editors

Hamzaga Orucov

Agasi Melikov

Editorial advisory board

Alekber Aliyev (Azerbaijan, Baku State University)
Abzeddin Adamov (Azerbaijan, Qafqaz University)
Gorbachuk Valentina Ivanovna (Ukraina, Academy of Science)
Hamdulla Aslanov (Azerbaijan, Akademy of Science)
Khalil Ismailov (Azerbaijan, Qafqaz University)

Nadir Agayev (Azerbaijan, Aviasiya University)
Rakib Efendiyev (Azerbaijan, Baku State University)
Sosnin Petr Ivanovich (Russia, Ulyanovsk State Technical University)
Vaqif Quliyev (Azerbaijan, Akademy of Science)

International Advisory board

Abdeljalil Nachaoui (France, Nantes University)
Che Soong Kim (Koreya, Sangji University)
Chakib Abdelkrim, (Morocco, BeniMellal University)
Feodor Rofe-Beketov, (Ukraine, Kharkov)
Garib Murshudov (York Academy, UK, London)
Gorbachuk Miroslav Lvovich (Ukraina, Academy of Science)
Gorbarchuk Vladimir Ivanovich (Poland, Lyubel Polytechnic University)
Golovko Vladimir Adamovich (Belarus, Brest State Universiteti)
Hamed Sari-Sarraf (USA, Texas Technik University)
Hari Srivastava (Canada, Victoria,)

Jauberteau Francois (France, Nantes University)
Krivosnos Yuriy Georgievich (Ukraine, Academy of Science)
Mourad Nachaoui, (France, Nantes University)
Nadir Alisov (Ukraine, Academy of Science)
Rasim Alikuliyev (Azerbaijan, National Academy of Science)
Tarassenko Vladimir Petrovich (National Technical University of Ukraine)
Telman Aliyev (Azerbaijan, National Academy of Science)
Vedat Coşkun (Turkiye, Işık University)
Vladimir B. Vasilyev, (Russia, Lipetsk State Technical University)

Executive Editors

Shafag Alizade
Elchin Suleymanov

Assistant Editors

Svetlana Denmuhammedovna

Design

Sahib Kazimov, Ilham Aliyev

Contact address

Journal of Qafqaz University
AZ0101, Khirdalan city, Hasan Aliyev str. 120, Absheron, Baku, Azerbaijan
Tel: 00 994 12 - 349 99 95 Mob: 00 994 70-669 01 07 Fax: 00 994 12 349-99-90/91

e-mail: journal@qu.edu.az
web: <http://journal.qu.edu.az>
facebook: [Journal Of Qafqaz University](http://www.facebook.com/JournalOfQafqazUniversity)

Copyright © Qafqaz University

ISSN 2310-9017

Reyestr No: 670, 09.11.2003

"Journal of Qafqaz University" in indexed in such international indexes, Russian Periodicals Catalog, Directory of Open Access Journals, Middle East Virtual Library, The International Consortium for the Advancement of Academic Publication, EBSCO, JournalSeek, Genamics, RefSeek, Dspace, Eprints, Indexcopernicus.

ISSN 2310-9017



Journal of Qafqaz University

MATHEMATICS AND COMPUTER SCIENCE

Jurnal Azərbaycan Respublikası Prezidenti yanında Ali Attestasiya Komissiyası tərəfindən dissertasiyaların əsas nəticələrinin dərc olunması tövsiyə edilən elmi nəşrlərin siyahısına daxil edilmişdir.

"Journal of Qafqaz University" is indexed in such international indexes as Russian Periodicals Catalog, Directory of Open Access Journals, Middle East Virtual Library, The International Consortium for the Advancement of Academic Publication, EBSCO, Journal Seek, Genamics, RefSeek, Dspace, Eprints, Indexcopernicus.

Journal of Qafqaz University has been published twice a year since 1997. Since 2012 the journal which continues its publication with 7 series is still underway with seven various science branch issues under different ISSN since 2013.

Journal of Qafqaz University

MATHEMATICS AND COMPUTER SCIENCE

2016. Volume 4, Number 1

Contents

Efficient of extreme algorithms of high order accuracy for solving applied tasks <i>Alishov N I., Shvachich G G., Semenov S G., Fedorov E E.</i>	3
The study of the characteristics of information systems distributed at the current time <i>Zinchenko S V.</i>	11
Distributed data on the corporate network aviation system <i>Kuklinskiy M B., Kholyabkina T V.</i>	20
Calculation of the characteristics of the perishable inventory system with infinite orbit for retrial customers <i>Mamed Shakhmaliyev</i>	32
Semantic structure analysis of Turkish words via text mining model <i>Tevfik Coban, Harun Bayer, Enes Celik</i>	42
Development of gert model of management system by using test cases <i>Semenov S G., Zmiyevskaya V N., Kassem Khalife</i>	52
Mathematical processing of medical data: model-based approach <i>Sitnikova O A., Pochebut M V.</i>	60
On the completeness and minimality of the exponential system with degenerate coefficients <i>Aydin Sh. Shukurov</i>	74
Defination of the generation fuction of the distribution down boundary functionals and investigation of stair-step process with Semimarkov random walk <i>Sadikova R I., Sadikova N R.</i>	81
The solution of one problem of stabilization with the minimum energy in the processes described by the linear equation of the third order <i>Mehriban Yagubova</i>	87
Solvability conditions for one inverse parabolic operator-differential equation in Sobolev-type space <i>Soylemez M A.</i>	95
Asymptotic formula weichted trace of the operator-differential equation higher order on semi-axis <i>Abdullayeva N S.</i>	101
Solvability of one class boundary value problems for the differential equations of the high order in Hilbert space <i>Zamanov H I.</i>	109

UOT: 004.032.2

DISTRIBUTED DATA ON THE CORPORATE NETWORK AVIATION SYSTEM

KUKLINSKIY M B., KHOLYABKINA T V.

National Aviation University

Киев / UKRAINA

t.holyavkina@mail.ru

ABSTRACT

The article presents a block diagram of data acquisition and processing system of the extreme conditions in the corporate network of the aviation system. An important feature of it is the presence of the processing subsystem - recognition of types of extreme situations. Processing is performed in a regional database and knowledge. Peripheral database act as intermediate storage. In accordance with the proposed structure and the parameters of compiled query processing algorithm optimized query execution plan.

Keywords: optimization of requests, database, data protection, safety of flight, Kuhn-Tucker theorem.

РАСПРЕДЕЛЕННАЯ ПЕРЕДАЧА ДАННЫХ В КОРПОРАТИВНОЙ СЕТИ АВИАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ АННОТАЦИЯ

В статье представлена структурная схема системы сбора и обработки информации об экстремальных состояниях в корпоративной сети авиационной системы. Важной особенностью ее является наличие подсистемы обработки-распознавание типов экстремальных ситуаций. Обработка осуществляется в региональной базе данных и знаний. Периферийные базы данных играют роль промежуточных накопителей. В соответствии с предложенными структурой и параметрами составлен алгоритм обработки запросов с оптимизацией плана выполнения запроса.

Ключевые слова: база данных, оптимизация запросов, защита информации, безопасность полетов, теорема Куна-Таккера.

AVIASIYA SISTEMLƏRİNİN KORPORATİV ŞƏBƏKƏSİNDƏ VERİLƏNLƏRİN PAYLANMIŞ ÖTÜRÜLMƏSİ XÜLASƏ

Məqalədə korporativ şəbəkələrdə aviasiya sisteminin ekstremal vəziyyətləri haqda məlumatın yığılması və emal olunması sisteminin struktur sxemi təqdim olunmuşdur. Onun əsas xüsusiyyəti ekstremal vəziyyətlərin tanınmasının emalı altsisteminin olmasıdır. Emal regional verilənlər bazası və bilgiləri əsasında aparılır. Periferik verilənlər bazası aralıq yığıcı qurğu rolunu oynayır. Təklif olunmuş struktur və parametrlərə uyğun olaraq sorğuların yerinə yetirilməsi planının optimallaşdırılması ilə sorğuların emalı alqoritmi qurulmuşdur.

Açar sözlər: verilənlər bazası, sorğuların optimallaşdırılması, məlumatın qorunması, uçuşların təhlükəsizliyi, Kuna-Takker teoremi.

Введение

По требованиям директивы Европарламента 2003/42/ЕС от 13.06.2003г. - приемлемый уровень безопасности полетов (БП) не может быть достигнут при малой информативности системы сообщений, реализуемой каждым государством – членом в отдельности. По этому:

- государства – члены назначают одну или несколько компетентных администраций для запуска механизма сбора, оценки, обработки и хранения поступающих от них сообщений об опасных событиях;
- компетентная администрация сохраняет собранные сообщения в базе данных;

- информация о серьезных инцидентах и авиационных событиях (происшествиях) должна также сохраняться в этой базе данных.

Основываясь на "Положении о системе управления безопасностью полетов на авиационном транспорте", госавиаслужба создает базу данных безопасности полетов (БД БП) с целью эффективного анализа полученной информации, в том числе по результатам расследования авиационных событий и добровольных извещений об опасных факторах, и разработках профилактических мероприятий (п.7.3.11). Должностные лица, ответственные за хранение информации о безопасности полетов, обязаны обеспечивать все виды возможной защиты от раскрытия информации.

Анализ публикаций и постановка задачи

Анализ работ показал, что вопросам введения в системы баз данных и организации данных, в системах обработки данных, уделяется достаточно большое внимание. Это подтверждено большим количеством публикаций, и вызвано тем, что данная тематика охватывает очень широкий спектр задач в самых различных областях. [14,15,16]. Существует много изданий, которые классифицируют и раскрывают различные способы и методы проектирования, реализации и сопровождения базы данных. [16]. Управление безопасностью полетов связано со сбором, накоплением (хранением), обработкой, анализом, а также обладанием информацией о предшествующем, текущем и предстоящем состояниях авиационно-транспортной системы. Из этого вытекает необходимость разработки и внедрения баз данных (БД), причем управление ею должны определяться уровнем пользования, то есть, международный, государственный, ведомственный и корпоративный. Поэтому целью данной статьи является разработка базы данных, которая является независимой от необходимых изменений приложений.

Изложение основного материала

Концептуальная схема БД БП по своей организации является многоуровневой (иерархической):

- БД госавиаслужбы (госавиаадминистрации);
- БД региональных подразделений;
- БД авиакомпаний.

Запросы в БД БП направляются как сверху вниз, так и снизу вверх. Запросы "сверху вниз" – это, как правило, запросы с целью получения информации о вновь происшедших событиях. Эти запросы поступают во все авиакомпании с периодичностью, которая определяется госавиаслужбой. Ответы на запросы обрабатываются в центральном сервере БД БП.

Запросы "снизу вверх" – это, с одной стороны, запросы авиакомпаний о текущем состоянии проблемы безопасности полетов в регионе, стране и мире. С другой стороны – это запросы на размещение и обработку информации об экстремальных событиях: летных происшествиях и предпосылках к ним, серьезных инцидентах в воздухе и на земле, и, конечно, об авариях и катастрофах. Запросы на передачу данных об экстремальных событиях, по определению, передаются и обрабатываются с высшим приоритетом.

По своему типу БД БП является распределенной реляционной базой данных и знаний со всеми вытекающими из этого требованиями:

- оптимальное распределение информации между центральным сервером, региональными подразделениями и авиакомпаниями;
- оптимизация планов выполнения запросов;
- обеспечение требуемого качества сервиса (в первую очередь – достоверности передачи данных);
- обеспечение защиты сети от несанкционированного доступа (НСД).

Очевидно, две последние задачи являются взаимосвязанными. БД БП является структурой критичного применения по требованиям работы в реальном масштабе времени и по соображениям безопасности и защиты информации. Утрата, модификация или другие нарушения целостности информации могут повлечь серьезные и непредсказуемые последствия, вплоть до нарушения работы всей авиационной транспортной инфраструктуры.

Учитывая выше сказанное, для эффективного функционирования БД БП, помимо применения высоконадежного оборудования, необходимо обеспечить защиту сетей передачи данных (СПД) от угроз самой различной природы, как техногенных и природных, так и из-за человеческого фактора. Восстановление поврежденного оборудования сопряжено с большими материальными и временными затратами. Требуется с высокой точностью определить место и характер повреждения, внести соответствующие изменения в трафик, топологию и алгоритмы работы узлов сети на период ее восстановления, отремонтировать поврежденные участки и узлы сети. В некоторых случаях расходы на восстановление оборудования могут оказаться значительно меньше убытков из-за простоя участка сети.

Поэтому задача комплексной защиты информации о безопасности полетов является чрезвычайно актуальной.

Нагрузка на сеть является случайной и меняется в широких пределах в зависимости от времени интенсивности обмена информацией в штатных и экстремальных ситуациях и других условий. Информация о состоянии сети, как правило, не обладает требуемой полнотой и достоверностью. Состав и характеристики оборудования сети также известны не полностью. Поэтому для анализа сети в целом и ее отдельных фрагментов необходимо использовать стохастический подход. При этом во многих задачах фильтрации и управления в системах со случайными параметрами и структурой можно ограничиться гауссовым приближением, что практически основывается на эффекте нормализации законов распределения в сложных (больших) системах [1]. Это также облегчает анализ.

Таким образом, сеть можно рассматривать как гетерогенную, нестационарную стохастическую структуру с гауссовскими распределениями параметров.

При наличии систем защиты процесс взаимодействия объекта сети и субъекта, делающего попытку проникновения (взлома, несанкционированного доступа - НСД), будем рассматривать как конфликт между двумя противниками:

Первый-большая человеко-машинная система защиты, которая обслуживает множество защищаемых объектов сети;

Второй-субъект-злоумышленник (в дальнейшем для краткости будем называть его просто субъектом или противником) достаточно высокой квалификации, вооруженный соответствующими техническими средствами.

В соответствии с классической теорией конфликта [2] взаимодействие между рассматриваемыми сторонами можно классифицировать как антагонизм с возможным переходом в строгое соперничество, а если в процессе взаимодействия эффективность второй стороны уменьшается быстрее, чем эффективность первой, возможен переход в нестрогое соперничество.

Строить адаптивную систему защиты (СЗ) объектов связи, по-видимому, нецелесообразно [3]. Адаптация – это пассивная реакция на действия противника с отставанием, как минимум, на один шаг. Имея информацию о ситуации, нелогично ждать развития событий, не принимая никаких мер противодействия.

При выработке оптимальной стратегии противодействия предлагается использовать концепцию конфликта между сторонами с рефлексивным управлением системой защиты: применение мер противодействия с учетом точного знания состояния своей стороны, результатов оценивания состояния противника, его возможностей и его представлений о наших возможностях.

Дадим краткую характеристику наиболее вероятных экстремальных состояний сети.

1. Попытка НСД с целью съема информации. Внешние эффекты могут отсутствовать. Основная задача-идентификация-вычисление противника по характеру последствий - требуется время, иногда длительное.
2. Внезапный отказ оборудования. Проявляется сразу-возникает задача локализации отказавшего устройства (узла, блока). Требуется определенное время на восстановление.
3. Постепенный отказ оборудования: плавное увеличение числа ошибок, сбоев вплоть до критического значения-полный отказ. Необходим постоянный анализ состояния сети. При стабильном росте числа ошибок-локализация критического устройства, перемаршрутизация трафика.
4. Перегрузка сети – увеличение задержки передачи информации выше допустимой - перемаршрутизация трафика.
5. Другие экстремальные ситуации, например, из-за человеческого фактора (низкая квалификация или утрата лояльности персонала), из-за стихийных бедствий, актов терроризма, не направленных специально против информационно-телекоммуникационных сетей, и т.д.

По оценкам специалистов-практиков, в настоящее время доля попыток НСД с целью хищения является наибольшей в общем объеме возникающих экстремальных ситуаций [4].

Кроме того, довольно часто попытки несанкционированного съема или модификации (нарушения целостности) информации маскируются актами банального вандализма или хищения, а последствия таких действий являются поистине разрушительными. Поэтому в данной работе рассматривается именно этот тип экстремальных ситуаций.

Под системой сбора информации об экстремальных ситуациях будем понимать набор аппаратных и программных средств (датчики, преобразователи, устройства кодирования и идентификации, выделенные или совмещенные каналы передачи данных, устройства регистрации, базы данных и знаний, программы анализа обстановки и выдачи рекомендаций лицу, принимающему решения и т.д.).

Вполне логично предполагать, что служебная информация об экстремальных ситуациях сети передается по тем же физическим каналам, что и обычная информация. Поэтому будем называть данную систему интегрированной, подразумевая интеграцию ее с сетью общего назначения.

Для повышения эффективности работы СЗ необходимо постоянно собирать и обрабатывать информацию о новых попытках НСД по всем регионам, где проложены сети. Эта информация должна регистрироваться в центральном узле СЗ. Обработка информации заключается в сравнении новых данных с эталонами, хранящимися в центральной базе данных (БД). Другими словами, необходимо решать задачу распознавания [5, 6]. Последовательность операций обработки может быть следующей: выделение сигнала из помех – применение алгоритмов распознавания по собранным эталонам – при наличии новых данных коррекция набора эталонов – ввод в библиотеку эталонов – коррекция правил оптимизации запросов. Такая база данных, по существу, является базой данных и знаний [7] или экспертной системой (ЭС), в которой вырабатываются рекомендации лицу, принимающему решения (ЛПР) – оператору центра анализа состояния сетей.

Поскольку сети постоянно модернизируются и расширяются, что требует соответствующей модернизации аппаратуры СЗ и модификации программного обеспечения, архитектура СЗ, баз данных и знаний должна строиться по модульному принципу.

Предположим, что защищаемый объект D_n находится внутри N защищенных сооружений (экранов). При этом выполняются следующие условия:

1. Каждый защитный экран является замкнутым. Его нельзя обойти, а можно только преодолеть (вскрыть).
2. Экраны вложены друг в друга по принципу матрешки. Защищаемый объект находится внутри последнего (внутреннего) экрана. Таким образом, для проникновения внутрь объекта необходимо последовательно вскрыть все N экранов, от первого (внешнего) до N -го (внутреннего).

Если рассматривать процесс преодоления i -го экрана как обслуживание некой заявки, то в соответствии с классической задачей теории массового обслуживания [8] длительность обслуживания t_{pi} есть случайная величина с показательным распределением плотности вероятности:

$$\begin{aligned} W_1(t_{pi}) &= \gamma_i \exp(-\gamma_i t_{pi}) \text{ при } t_{pi} > 0; \\ W_1(t_{pi}) &= 0 \text{ при } t_{pi} < 0, \end{aligned} \quad (1)$$

где $\gamma_i > 0$ – постоянная величина,

или с распределением плотности вероятности Эрланга:

$$\begin{aligned} W_1(t_{pi}) &= \gamma_i \frac{(\gamma_i t_{pi})^{k-1}}{(k-1)!} \exp(-\gamma_i t_{pi}) \text{ при } t_{pi} > 0; \\ W_1(t_{pi}) &= 0 \text{ при } t_{pi} < 0, \end{aligned} \quad (2)$$

Где $\gamma_i > 0$ – постоянная величина;

k – целое положительное число.

Обозначим среднее время преодоления i -го экрана через T_{pi} .

$$\text{Для распределения (1) } T_{pi1} = \frac{1}{\gamma_i}, \quad (3)$$

$$\text{а для распределения (2) } T_{pi2} = \frac{k}{\gamma_i}. \quad (4)$$

Постоянная γ_i есть функция стойкости i -го рубежа защиты и квалификации субъекта.

Выражения (3-4) можно использовать для оценки параметра γ_i по экспериментальным данным.

Поставим следующие условия:

$$T_{p1j} < T_{p2j} \dots < T_{p,N-1,j} < T_{pNj}, \quad j = 1, 2 \quad (5)$$

$$\sum_{i=1}^N T_{pij} > T_r \text{ с вероятностью } P_r \geq P_{r\min}, \quad (6)$$

Где T_r - время реакции (прибытия группы быстрого реагирования) на попытку проникновения субъекта;

$P_{r\min}$ - предельно допустимая (минимальная) вероятность выполнения условия (6).

Условием (5) определяется требование нарастающей сложности преодоления рубежей защиты от первого до последнего.

При выполнении условия (6) гарантируется своевременность реакции на попытку проникновения и ее нейтрализации с вероятностью не ниже предельно допустимой.

Эти условия фактически лежат в основе теории рубежей защиты объекта.

Управление СЗ, как и любой автоматизированной (большой) системой, невозможно без обратной связи. По каналам обратной связи поступают данные о внутреннем состоянии СЗ и ситуации, складывающейся вокруг каждого защищаемого объекта. Как отмечалось выше, эти данные регистрируются, анализируются и обрабатываются в корпоративной информационной системе - базе данных и знаний. Источники данных организационно и территориально распределены, а сами данные разнородны. В то же время правила доступа к данным должны быть единообразными, а процедуры доступа должны выполняться в реальном или квазиреальном масштабах времени. (Под квазиреальным масштабом времени мы понимаем работу при наличии задержек, не фиксируемых оператором и не приводящих к парализации СЗ.)

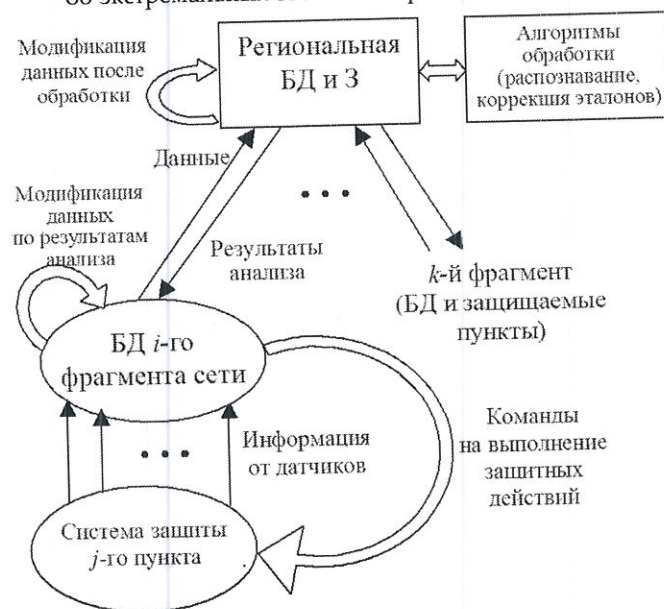
Для эффективного мониторинга состояния сети целесообразно использовать распределенную БД и З с реляционной системой управления (СУБД).

На рис.1 изображена обобщенная структурная схема системы сбора и обработки информации об экстремальных состояниях региональной сети. Важной особенностью ее является наличие подсистемы обработки – распознавание типов экстремальных ситуаций. Обработка осуществляется в региональной БД и З. Периферийные БД играют роль промежуточных накопителей.

В работе [9] предлагается для упрощения модернизации и наращивания СЗ, подключение новых объектов использовать СУБД типа MS SQL Server с языком запросов SQL. В

работах [9,10] отмечаются преимущества использования SQL в качестве стандартного языка запросов, в первую очередь, его статус в качестве общепринятого стандарта. Кроме того, в настоящее время разработаны методы преобразования запросов на языке SQL и алгебраической форме. Это позволяет использовать реляционную алгебру в качестве унифицированного интерфейса реляционной СУБД и упростить задачу оптимизации плана выполнения запроса.

Рис.1 структурная схема системы сбора и обработки информации об экстремальных состояниях региональной сети



Как видно из рисунка, система имеет структуру типа «виртуальной звезды» [10]: как центральная таблица БД и З, так и периферийные таблицы БД каждого из фрагментов являются переменными. Они, во-первых, оперативно создаются и заполняются данными, поступающими от СЗ. Во-вторых, по результатам обработки в соответствии с заложенными алгоритмами осуществляется модернизация этих таблиц.

Команды на выполнение защитных действий могут генерироваться автоматически. Однако ЛПР-оператор центра сбора информации – всегда может принять свое решение и дать приоритетную команду на СЗ [4].

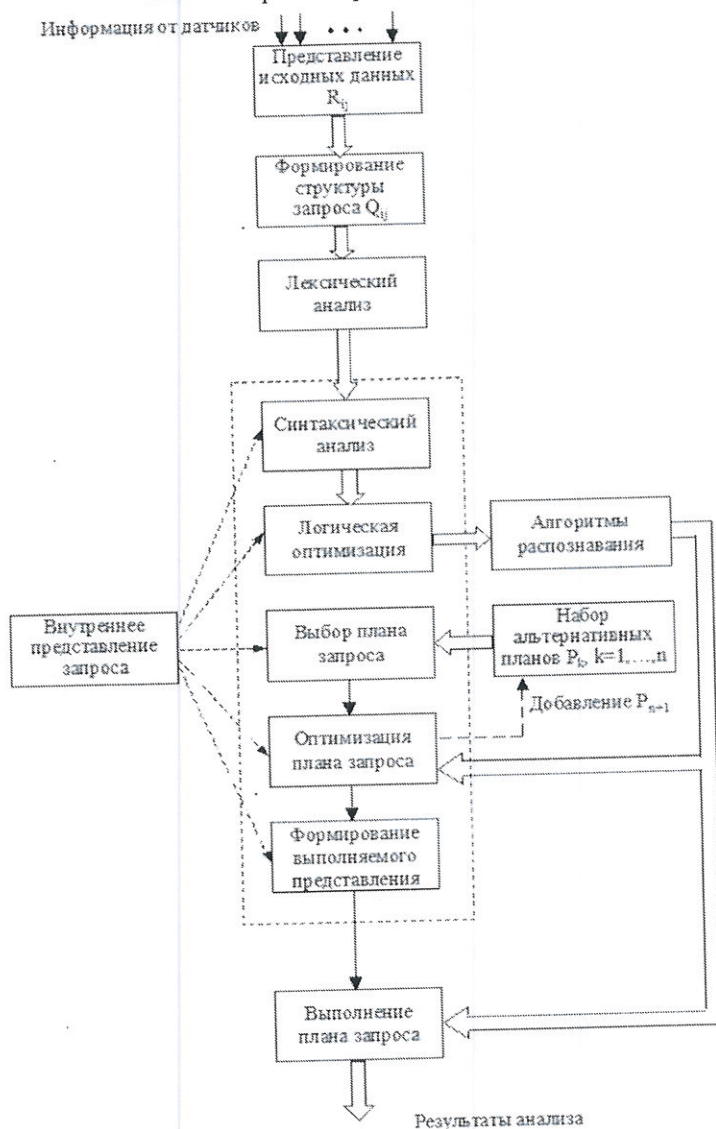
В соответствии с предложенными структурой и параметрами БД и З составлен алгоритм обработки запросов с оптимизацией плана выполнения запроса (рис.2).

В процессе доступа к БД запрос формируется на соответствующем языке (в нашем случае SQL). Затем он подвергается лексическому и синтаксическому анализу. В результате вырабатывается его внутреннее представление, и запрос преобразуется в алгебраическую форму. Дальнейшие этапы оптимизации плана и выполнения запроса уже выполняются с использованием алгебраической формы. Как отмечалось ранее, при этом упрощаются задачи оптимизации и вообще функционирования распределенной БД благодаря унификации и относительной простоте языка реляционной алгебры. Облегчается также решение задач построения оптимизаторов с гибкой структурой.

Благодаря частичной децентрализации и модульной архитектуре БД системы сбора и анализа информации задача модификации СЗ также упрощается: при изменениях па-

раметров и структуры данных БД i -го фрагмента не потребуется выносить изменения в БД j -го фрагмента.

Рис.2 алгоритм обработки запросов



Распределенная БД безопасности полетов, по существу, представляет собой информационно-вычислительную систему, (ИВС) состоящую из N устройств обработки и хранения, M клиентских приложений и иерархической системы управления базой данных. В общем случае $M \neq N$. В каждом устройстве обработки и хранения (сервер) выделена область памяти объемом C_i ($i=1, n$) только для хранения информации БД безопасности полетов (БП).

Кроме того, в сети могут иметься K серверов, играющих роль устройств промежуточно хранения данных системы управления безопасностью полетов. Данные из этих серверов используются для решения задач прогнозирования, локализации и обработки возникающих нештатных ситуаций.

Пусть вся информация БД БП представляет собой множество блоков

$$\{a_j\}, j=1, \dots, m,$$

(7)

где a_j объем каждого блока информации, причем не обязательно, чтобы эти объемы были одинаковы для каждого блока.

Каждый сервер может обратиться к любому другому серверу за любым числом блоков из множества $\{a_j\}$ и получить необходимые данные. Время, которое затрачивается на получение этих данных, зависит от объема требуемой информации, состояния канала передачи (например, туннеля виртуальной частной сети), наличия и длины очереди, числа транзитных узлов коммуникации.

Кроме того, каждый сервер в пределах своего объема памяти C_i может иметь некоторое количество информации, для обращения к которой дополнительного времени не требуется.

Заявки на обслуживание, поступающие из СУБД, содержат перечень служебной информации, некоторую необходимо использовать при обслуживании каждой задачи-заявки. Каждая j -я заявка характеризуется множеством I , информационных блоков БД, используемых для обслуживания этой заявки ИВС.

Дисциплину обслуживания в штатной ситуации естественно связать со средним временем решения задачи на выделенном для этого сервере, в памяти которого имеется часть необходимой информации. Оставшуюся части необходимой информации сервер получает от других источников.

В нештатной ситуации дисциплина обслуживания полностью определяется приоритетом вновь возникшей задачей. Очевидно, большинство (или даже все) задачи штатных ситуаций отодвигаются в очереди, пока не будет решена вновь возникшая задача.

Таким образом, цель адаптации (оптимизации, настройки) системы состоит в том, чтобы распределить ресурсы ИВС в соответствии со следующими правилами:

- дисциплиной обслуживания, т.е. правилом направления очередной заявки на один из серверов, руководствуясь при этом данными о параметрах требуемых блоков информации, состоянии памяти всех серверов сети и их загрузке;
- правилом распределения данных по серверам сети.

Зададим кодовую матрицу $U = \parallel u_{ij} \parallel$, элементами которой являются двоичные переменные, определяющие наличие ($u_{ij} = 1$) или отсутствие ($u_{ij} = 0$) в памяти i -го сервера j -го блока данных. Очевидно, что имеет место следующее ограничение, связанное с конечными размерами области памяти, выделяемой на каждом сервере для хранения данных БД БП:

$$\sum_{j=1}^m a_j u_{ij} \leq C_i, \quad i=1, \dots, m \quad (8)$$

Пусть поток заявок на запросы данных образуется из K различных потоков, каждый из которых характеризуется своим дискретным распределением вероятностей использования блоков информации $\{a_j\}$:

$$P_l = (P_{l1}, \dots, P_{lm}), \quad l=1, \dots, k \quad (9)$$

где P_{jl} - вероятность того, что при решении задачи l -го потока потребуется j -й блок информации. Без потери общности можно ввести упрощающие правила нормировки:

$$\sum_{j=1}^m P_{jl} = 1, \quad (10)$$

хотя это и не обязательно, так как при запросе по той или иной задаче может потребоваться несколько блоков данных.

Определим вероятность попадания задачи l -го потока на i -й сервер при следующей простой и вполне логичной дисциплине обслуживания: задача направляется на решение на тот сервер, где часть общего объема необходимых данных больше всего. Выражение имеет следующий вид:

$$P_i(U) = \frac{\sum_{j=1}^m U_{ij} P_{ij}}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m U_{ij} P_{ij}} \quad (11)$$

Аналогично определяем вероятности того, что для решения задачи l -го потока, направленной на i -й сервер, найдется вся необходимая информация, и обращаться к ко всей базе данных не придется:

$$\bar{P}_i = P_i(U).$$

Примем средние интенсивности потоков запросов для решаемых задач $\lambda_1, \dots, \lambda_k$ и средние интенсивности обслуживания (доставки заявок и решения задачи) μ_1, \dots, μ_n .

Тогда простейшая задача оптимального размещения блоков данных (7) на серверах, при котором минимизируется общая интенсивность запросов к БД:

$$Q(U) = \sum_{i=1}^n \sum_{l=1}^k \lambda_l [1 - \bar{P}_i(U)] P_{li}(U) \rightarrow \min, U \in S, \quad (12)$$

где

$$S: \begin{cases} \sum_{l=1}^k \lambda_l P_{lj}(U) < \mu_j \\ \sum_{i=1}^m a_i u_{ij} \leq C_i, \quad i=1, \dots, n. \end{cases} \quad (13)$$

$$V^T = \| V_{11}, \dots, V_{m1}, \dots, V_{nm} \| \quad (14)$$

Таким образом, функционал $Q(U)$ характеризует среднюю интенсивность запросов всех серверов сети.

Ограничения (13) связаны с пропускной способностью системы: при нарушении хотя бы одного из них очередь неограниченно растет. Необходимо также учитывать ограничения области памяти на каждом сервере.

Полученная задача является задачей стохастического программирования с булевыми переменными большой размерности $n \times m$. Для условий усреднения λ_l и μ_j на интервале наблюдения можно, используя результаты теоремы Куна-Таккера [11-13], усреднить стохастический квазиградиент вида (12) и, таким образом, свести задачи к задаче квадратичного программирования. Таким образом, задача сводится к минимизации квадратичной целевой функции с нелинейными ограничениями вида (13).

Условия Куна-Таккера сформированы для общей задачи нелинейного программирования с ограничениями, как в виде равенств, так и в виде неравенств. Рассмотрим эти условия для нашей задачи с ограничениями только в виде неравенств: минимизировать функцию $Q(U)$ при ограничениях вида (13).

Запишем условия Куна-Таккера

$$\tilde{\nabla} Q(U) - \sum_i \xi_i \tilde{\nabla} g_i(U) = 0, \quad (15)$$

где

$\tilde{\nabla} Q(U) = E \left[\frac{Q(U) - Q(U_{n-1})}{\Delta_s} \right]$ - стохастический квазиградиент; E -символ математического ожидания; Δ_s - величина шага квазиградиента между последовательными значениями U на $(n-1)$ - м и n - м шагах; $\xi_i \geq 0$ - множитель, смысл которого определим ниже;

$\tilde{\nabla} g_i(U)$ - стохастический квазиградиент функции $g_i(U) = \mu_i - \sum_{l=1}^k \lambda_l P_{li}(U)$:

$$\tilde{\nabla} g_i(U) = E \frac{g_i(U_n) - g_i(U_{n-1})}{\Delta_s}$$

При таком выборе функции $g_i(U)$ ограничения (13) принимают вид:

$$g_i(U) = \mu_i - \sum_{l=1}^k \lambda_l P_{li}(U) \geq 0 \quad (16)$$

Правомерность такого преобразования вытекает из того, что все переменные $\lambda_l, \lambda_l, P_{li}$ - неотрицательные величины.

Условия оптимальности записываются как

$$\tilde{\nabla} Q(U) - \sum_j \xi_j g_j(U) = 0, \quad (17)$$

$$g_j(U) = 0, \quad j = 1, \dots, J. \quad (18)$$

Множитель ξ_j в данной постановке является неопределенным множителем Лагранжа, соответствующим j -му ограничению. Он представляет собой значение неявной функции стоимости, отражающей изменение минимального значения целевой функции. Подбор значения ξ_j осуществляется таким образом, чтобы координата точки безусловного минимума удовлетворяла условию $g_j(U) = 0$.

Это легко сделать, если, рассматривая ξ_j как независимую переменную, найти безусловный минимум функции $Q(U)$ без учета влияния второго слагаемого в выражении (17), а затем выбрать значение ξ_j , при котором выполняется равенство в этом выражении целиком. Другими словами, мы погружаем исходную задачу минимизации (12) в задачу минимизации большей размерности (17).

Таким образом, задача оптимального распределения запросов сведена к задаче квадратичного программирования с ограничениями типа неравенств и для определения условий необходимости и достаточности решения модифицированы условия теоремы Куна-Таккера с учетом дискретности и случайного характера квазиградиента.

Выводы и перспективы дальнейших исследований

В работе предложена модифицированная модель рубежей защиты на основе вложенных экранов. Только после преодоления всех рубежей злоумышленник может проникнуть внутрь БД БП. При этом поставлено условие гарантированной локализации попытки НСД за время преодоления всех рубежей защиты.

Для построения защищенной и при этом достаточно быстродействующей системы обмена информацией на основе распределенной БД и З необходимо оптимизировать как структуру собственно БД, так и структуру запросов, циркулирующих сверху вниз и снизу вверх. Такой алгоритм предложен в работе.

В дальнейшем целесообразно рассмотреть задачу транспорта данных внутри БД БП на основе виртуальной частной сети. Нам представляется, что для системы критичного применения, каковой является государственная БД БП, такой подход обеспечит как требуемые быстродействие и достоверность, так и степень защиты данных.

ЛИТЕРАТУРА

1. Казаков И.Е. Статистическая динамика систем с переменной структурой. – М.: «Наука», 1977. – 416с.
2. Дружинин В.В., Конторов Д.С., Конторов М.Д. Введение в теорию конфликта. – М.: Радио и связь, 1989. – 288 с.
3. Дружинин В.В., Конторов Д.С. Конфликтная радиолокация. – М.: Радио и связь, 1982. – 124 с.
4. Коробко В.В., Скоропадченко А.П., Задоя Г.М., Вовк В.М. и др. Принципы построения систем инженерно-технической защиты неохраемых объектов связи // «Зв'язок», № 5, 2003.
5. Миленький А.В. Классификация сигналов в условиях неопределенности. – М.: Советское радио, 1975. – 328 с.
6. Горелик А.Л., Скрипкин В.А. Некоторые вопросы построения систем распознавания. – М.: Советское радио, 1974. – 224 с.
7. Системы управления базами данных и знаний./А.Н. Наумов, А.М. Вендров, В.К. Иванов и др./Под ред. А.Н. Наумова. – М.: Финансы и статистика, 1991. – 352 с.
8. Гнеденко Б.В., Коваленко И.Н. Введение в теорию массового обслуживания, 2-е изд. – М.: Наука, 1987. – 336 с.
9. Кузнецов С. Методы оптимизации выполнения запросов в реляционных СУБД // Центр Информационных Технологий, http://www.citforum.ru/database/articles/art_26.shtml
10. Коровкин С.Д., Левенец И.А., Ратманова И.Д., Старых В.А., Щавелёв Л.В. Решение проблемы комплексного оперативного анализа информации хранилищ данных // Центр Информационных Технологий, http://www.citforum.ru/database/articles/art_11.shtml
11. Аоки М. введение в методы оптимизации. – М.: Наука, 1977. – 344с.
12. Реклейник Г., Рейвинзрок А., Рэгсдел К. Оптимизация в технике: В 2-х кн., Кн.2 пер. с англ. – М.: Мир, 1986. – 320с.
13. Реклейник Г., Рейвинзрок А., Рэгсдел К. Оптимизация в технике: В 2-х кн., Кн.1 пер. с англ. – М.: Мир, 1986. – 320с.
14. ГОСТ 20886-85. Организация данных в системах обработки данных. Термины и определения. 8с.
15. К. Дж. Дейт. Введение в системы баз данных. 8-е издание. Издательский дом "Вильямс", 2005г., 1315с.
16. Томас Коннолли, Каролин Бегг. Базы данных. Проектирование, реализация и сопровождение. Теория и практика. 3-е издание. Издательство дом "Вильямс", 2003г., 1427с.