



ISBN 978-619-7142-05-1

Международна научна школа "Парадигма".

Лято-2015

сборник научни статии в 8 тома

том 2

Информационни технологии

Република България
Варна

2015



Център за научни изследвания и информация «Парадигма»

Международна научна школа "Парадигма". Лято-2015

сборник научни статии в 8 тома

Том 2. Информационни технологии

**ВАРНА
2015**

УДК 082.2 (063)
ББК 60
М 43

М 43 Международна научна школа "Парадигма". Лято-2015. В 8 т. Т.2:
Информационни технологии: сборник научни статии / под ред. О.Я. Кравец. –
Варна: ЦНИИ «Парадигма», 2015. – 358 с .

> Сборник съдържа материали летней (2015) сесии Международной
> научной школы "Парадигма" (Варна, България).
> В настоящем томе представлены работы по тематикам, близким к
> информационным и телекоммуникационным технологиям.
> Все статьи подобраны и рекомендованы после коллегиального экспертного
> рассмотрения. Статьи публикуются в авторской редакции.

>> The collection contains materials summer (2015) session of the
>> International scientific school "Paradigm" (Varna, Bulgaria).
>> This volume contains materials information and telecommunication
>> technologies.
>> All articles are selected and recommended after peer review. Articles
>> are published in author's edition.

ISBN 978-619-7142-05-1

© О.Я. Кравец, редактор-съставител, 2015
© автори, 2015

Издател:
"ЦЕНТЪР ЗА НАУЧНИ ИЗСЛЕДВАНИЯ И
ИНФОРМАЦИЯ "ПАРАДИГМА"" ЕООД
БЪЛГАРИЯ, област Варна, община Варна,
гр. Варна 9002, район р-н Одесос, ул. Опълченска No 27
E-mail: cparadigma@abv.bg Факс: +35952919740

Международна научна школа "Парадигма". Лято-2015.

ОРГАНИЗАЦИОНЕН КОМИТЕТ



ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ

Сопредседатели:

Попов Теодор, доктор, профессор, руководитель кафедры «Медицинское образование», Факультет общественного здравоохранения, Медицинский университет – София, Член – корреспондент ИНГА (София, Республика Болгария)

Фурсов Андрей Львович, кандидат экономических наук, зам.зав.кафедрой правовой информатики и социально-гуманитарных дисциплин Поволжского (г. Саратов) юридического института (филиала) Всероссийского государственного университета юстиции, директор научно-исследовательского института «Парадигма» (Россия).

Янакиева Елка Кирилова, доктор педагогических наук, профессор, почётный доктор наук НОУ ВСОА, действительный член МАН, Югозападный университет им. Неофита Рильского (г. Благоевград, Республика Болгария).

Члены оргкомитета:

1. **Абакаров Дмитрий Казбекович**, кандидат социологических наук, зам.зав.кафедрой менеджмента, государственного и муниципального управления Брянского филиала Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации (Россия).

2. **Анжиганова Лариса Викторовна**, доктор философских наук, профессор, профессор кафедры философии и культурологии ХГУ им. Н.Ф. Катанова, Министерство национальной и территориальной политики Республики Хакасия, заместитель министра (Россия).

3. **Антамошкин Александр Николаевич**, доктор технических наук, профессор, профессор Сибирского государственного аэрокосмического университета им. акад. М.Ф. Решетнева (Россия).

4. **Ахметова Людмила Владимировна**, доцент, кандидат психологических наук, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Томский государственный педагогический университет» (Россия).

5. **Балканска Полина Ангелова**, профессор, доктор медицины, Медицински университет — (София, Республика Болгария).

6. **Баратов Шариф Рамазанович**, доктор психологических наук, профессор Бухарского государственного университета, академик МАПН (Бухара, Республика Узбекистан).

7. **Бафаев Мухиддин Мухамматович**, преподаватель, и.о. заведующего кафедрой психологии Бухарского государственного университета (Бухара, Республика Узбекистан).

8. **Белобрыкина Ольга Альфонсасовна**, кандидат психологических наук, доцент, профессор кафедры общей психологии и истории психологии ФГБОУ ВПО «Новосибирский государственный педагогический университет», академик Академии полярной медицины и экстремальной экологии человека (Россия).

9. **Берлов Антон Владимирович**, доктор медицинских наук, доктор психологических наук, профессор, профессор кафедры стоматологии Московского института усовершенствования врачей, Заслуженный деятель науки и образования РФ, академик РАЕ (Россия).

10. **Блюмин Семен Львович**, доктор физико-математических наук, профессор, профессор кафедры прикладной математики Липецкого государственного технического университета (Россия).

11. **Бобкова Елена Юрьевна**, кандидат педагогических наук, доцент (Россия).

12. **Борисов Сергей Александрович**, кандидат экономических наук, доцент кафедры «Экономика, управление и финансы», Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е.Алексеева (Россия).

13. **Вержибок Галина Владиславовна**, кандидат психологических наук, доцент кафедры психологии Минского государственного лингвистического университета (Минск, Республика Беларусь).

14. **Владимирова Ирина Львовна**, доктор экономических наук, профессор ФГБОУ ВПО «Российский экономический университет им. Г.В.Плеханова» (Россия).

15. **Горанова-Спасова Радка Николаева**, доктор медицины, ассистент кафедры «Медицинской этики и права», Факультет общественного здравоохранения, Медицинский университет-София (София, Болгария).

16. **Долгов Вадим Викторович**, доктор исторических наук, профессор кафедры истории России Удмуртского государственного университета (Россия).

17. **Заславская Ольга Юрьевна**, доктор педагогических наук, профессор, профессор кафедры информатизации образования Института математики, информатики и естественных наук ГБОУ ВО МГПУ, начальник управления программ развития и аналитической деятельности ГБОУ ВО МГПУ (Россия).

18. **Заславский Алексей Андреевич**, кандидат педагогических наук, Муниципальное бюджетное учреждение «ИТ-Центр системы образования городского округа Химки» (г.Москва) начальник отдела комплексного технического сопровождения (Россия).

19. **Капрусова Марина Николаевна**, кандидат филологических наук, доцент, доцент кафедры филологических дисциплин и методики их преподавания Борисоглебского филиала ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный университет» (Россия).

20. **К"Озяк Анастасия Александровна**, d.o.o. Eurowest, психолог-консультант (Ljubljana, Slovenija).

21. **Костригин Артем Андреевич**, ассистент кафедры психологии управления, Нижегородский государственный университет им. Н.И.Лобачевского (Россия).

22. **Кравец Олег Яковлевич**, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры АВС Воронежского государственного технического университета (Россия).

23. **Мазилев Владимир Александрович**, доктор психологических наук, профессор, академик МАПН, заведующий кафедрой общей и социальной психологии, Ярославский государственный педагогический университет им. К.Д. Ушинского (Россия).

24. **Морогин Владимир Григорьевич**, доктор психологических наук, профессор, академик МАПН, профессор кафедры психологии Медико-психолого-социального института ФГБОУ ВПО «ХГУ им. Н.Ф. Катанова» (Россия).

25. **Найханова Лариса Владимировна**, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Системы информатики» ФГБОУ ВПО Восточно-Сибирского государственного университета технологии и управления (Россия).

26. **Перова Маргарита Борисовна**, доктор экономических наук, профессор, профессор кафедры экономической теории, учета и анализа Вологодского государственного университета (Россия).

27. **Петков Петко**, магистр, докторант кафедры медицинского образования Факультета общественного здравоохранения Медицинского университета (София, Болгария).

28. **Петьков Виталий Анатольевич**, кандидат психологических наук, доцент кафедры менеджмента организаций, «Межрегиональная академия управления персоналом», Херсонский институт, (г. Херсон, Украина).

29. **Подколзин Михаил Михайлович**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент (Россия).

30. **Поляков Юрий Анатольевич**, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры инжиниринга технологического оборудования, Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» (Россия).

31. **Провоторов Вячеслав Васильевич**, доктор физико-математических наук, доцент, профессор кафедры уравнений в частных производных Воронежского государственного университета (Россия).

32. **Родина Наталья Владимировна**, доктор психологических наук, профессор кафедры социальной и прикладной психологии ОНУ (Одесский национальный университет) имени И.И. Мечникова (Одесса, Украина).

33. **Саенко Людмила Владимировна**, кандидат юридических наук, доцент ФГБОУ ВПО «Всероссийский государственный университет юстиции» (Россия).

34. **Седова Нелли Алексеевна**, кандидат технических наук, доцент, Морской государственный университет им. адм. Г.И. Невельского (Россия).

35. **Сибирская Елена Викторовна**, доктор экономических наук, профессор, профессор кафедры статистики РЭУ им. Г.В. Плеханова (Россия).

36. **Слюсаренко Нина Витальевна**, доктор педагогических наук, профессор, профессор кафедры педагогики, психологии и образовательного менеджмента Херсонского государственного университета (Херсон, Украина).

37. **Соловьева Анна Геннадьевна**, кандидат биологических наук, профессор РАЕ, с.н.с. ФГБУ «Приволжский Федеральный медицинский исследовательский центр» Минздрава России (Россия).

38. **Стоюхина Наталья Юрьевна**, кандидат психологических наук, доцент кафедры психологии управления, Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского (Россия).

39. **Товуу Наталия Оюновна**, доктор психологических наук, профессор, заведующая кафедрой психологии и акмеологии образования Тувинского государственного университета (Россия).

40. **Трендафилова Антония Трандева**, ассистент Факультета общественного здоровья, Медицинский университет-София (София, республика Болгария).

41. **Тулаганов Абдукабил Абдунабиевич**, доктор технических наук, профессор, ректор Бухарского государственного университета (Бухара, Узбекистан).

42. **Тушавин Владимир Александрович**, кандидат технических наук, доцент кафедры инноватики и интегрированных систем качества Санкт-Петербургского государственного университета аэрокосмического приборостроения (Россия).

43. **Харченко Вера Сергеевна**, кандидат социологических наук, доцент кафедры социологии и политологии ФГБОУ ВПО «Уральский государственный педагогический университет» (Россия).

44. **Хусяинов Тимур Маратович**, председатель СНО Факультета социальных наук ФГАОУ ВО «Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского» (Россия).

45. **Чупров Леонид Федорович**, кандидат психологических наук, профессор РАЕ, Full Member of EuANH, главный редактор научного журнала «Вестник по педагогике и психологии Южной Сибири» (Россия).

46. **Шурыгина Юлия Юрьевна**, доктор медицинских наук, профессор, заведующая кафедрой «Социальные технологии», Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления (Россия).

47. **Якимец Светлана Викторовна**, кандидат педагогических наук, доцент, доцент кафедры педагогики Орского гуманитарно-технологического института (филиал) Оренбургского государственного университета (Россия).

48. **Янева Румяна Тодорова**, доктор, доцент, доцент кафедры экономики здравоохранения, Факультета общественного здравоохранения. Медицинский университет (София, Болгария).

Редакционная коллегия тома

Кравец Олег Яковлевич, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры АВС Воронежского государственного технического университета (Россия) – редактор-составитель

Антамошкин Александр Николаевич, доктор технических наук, профессор, профессор Сибирского государственного аэрокосмического университета им. акад. М.Ф. Решетнева (Красноярск, Россия)

Заславский Алексей Андреевич, кандидат педагогических наук, Муниципальное бюджетное учреждение «ИТ-Центр системы образования городского округа Химки», начальник отдела комплексного технического сопровождения (Москва, Россия)

Найханова Лариса Владимировна, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Системы информатики» ФГБОУ ВПО Восточно-Сибирского государственного университета технологии и управления (Россия)

Поляков Юрий Анатольевич, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры инжиниринга технологического оборудования, Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» (Москва, Россия)

Седова Нелли Алексеевна, кандидат технических наук, доцент, Морской государственный университет им. адм. Г.И. Невельского (Владивосток, Россия)

Тулаганов Абдукабил Абдунабиевич, доктор технических наук, профессор, ректор Бухарского государственного университета (Бухара, Узбекистан).

Тушавин Владимир Александрович, кандидат технических наук, доцент кафедры инноватики и интегрированных систем качества Санкт-Петербургского государственного университета аэрокосмического приборостроения (Россия)

Предисловие

Лето – пора отпусков. В особенности это относится к научно-педагогическим работникам. Обычно в отпуске люди отдыхают, восстанавливаются, сбрасывают груз накопившихся проблем, чтобы с новыми силами начать новый учебный год.

Но научно-педагогические работники – особенная категория. Даже летом, даже в отпуске они смогли собраться и украсить результатами своих исследований труды мероприятия «Международна научна школа "Парадигма". Лято-2015» (Варна, Болгария).

В настоящем томе представлены работы по тематикам, близким к информационным и телекоммуникационным технологиям. Это – современная и актуальная отрасль современной науки, охватывающая фундаментальные и прикладные направления исследований в указанной области.

Состав участников, география редакционной коллегии и представленных работ обусловили высокий научно-практический уровень опубликованных материалов.

Четкая работа Оргкомитета мероприятия и его рабочей группы позволили в сжатые сроки успешно провести Летнюю школу. Международная заинтересованность очевидна – ведь между Оргкомитетом школы «Парадигма» и Science Book Publishing House (Yelm, WA, USA) достигнута договоренность об издании избранных трудов в печатной форме.

Успех проведенного мероприятия позволяет с уверенностью говорить о том, что и в будущем мы увидим результаты его плодотворной работы.

Редактор-составитель
Кравец Олег Яковлевич,

д.т.н., проф., профессор кафедры АВС Воронежского государственного
технического университета (Россия)

УДК 004.021

Ю.С. Акинина, А.Ю. Мальцев

ФГБОУ ВПО Воронежский государственный технический университет,
Воронеж, Россия.

РАЗРАБОТКА ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО КОМПЛЕКСА МИНИМИЗАЦИИ ПОЛИНОМА ЖЕГАЛКИНА ЧАСТИЧНО ОПРЕДЕЛЕННЫХ БУЛЕВЫХ ФУНКЦИЙ

Аннотация. В данной статье предложена программная реализация алгоритма минимизации полинома Жегалкина частично определенных булевых функций.

Ключевые слова: полином Жегалкина, булева функция, минтерм,

Наряду с широко известным булевым базисом $\{\vee, \wedge, \neg\}$ и безызбыточными базисами $\{\vee, \neg\}$ и $\{\wedge, \neg\}$, важное место в теории булевых функций (БФ) и ее практических приложений занимает базис Жегалкина $\{\wedge, \oplus, 1\}$, в который входит операция «сумма по модулю два» ($\oplus$). Любая функция может быть представлена в виде суммы по модулю два некоторых конъюнктивных термов. Такие суммы называют полиномами Жегалкина, когда все литералы в термах положительны, и полиномами Риды – Маллера с фиксированной полярностью, когда некоторые из литералов могут быть со знаком инверсии.

Наиболее популярна задача минимизации БФ в классе дизъюнктивных нормальных форм (ДНФ). Такие формы определяют структуру двухуровневых схем называемых AND/OR – схемами: они составлены из логических элементов, реализующих конъюнкции в первом каскаде и дизъюнкции во втором. При этом предполагается, что на вход схемы подаются как прямые переменные, так и их инверсии.

С развитием микроэлектронной технологии появились элементы, реализующие многоместные дизъюнкции с исключением (EXOR-элементы), и возник интерес к синтезу аналогичных двухуровневых AND/EXOR – схем, содержащих такие элементы во втором каскаде. Структура этих схем описывается формулами, подобными ДНФ, в которых вместо операторов дизъюнкции используются операторы дизъюнкции с исключением.

Интерес к этим формулам оправдывается тем, что число элементов в соответствующих им схемах обычно меньше. Например, после минимизации ДНФ произвольных БФ, зависящих от четырех переменных, содержат в среднем 4,13 термов, а полиномиальные формы – 3,66. При рассмотрении булевых функций, типичных для схем, реализующих арифметические

операции, выгода еще больше. Кроме того, AND/EXOR- схемы легче диагностируются, а полиномиальная форма БФ нашла свое эффективное применение в самых различных областях: спектральная обработка сигналов; помехозащищенная передача информации; моделирование обратимых логических структур и квантовых процессоров; тестопригодная реализация логических преобразователей на матричных структурах.

При представлении БФ полиномами Жегалкина задача оптимизации не возникает, поскольку решение однозначно. Оптимизационная задача появляется в случае частично определенных БФ. Если значение функции остается неопределенным на k наборах, возможны 2^k различных доопределений функции и, следовательно, 2^k различных полиномов Жегалкина, реализующих данную функцию [1]. Выбор среди них наиболее простого представляет собой NP – трудную комбинаторную задачу, автоматическое решение которой с помощью некоторых эвристик предложено в [2].

В данной статье предпринята попытка решения данной задачи и предложена программная реализация алгоритма минимизации полинома Жегалкина частично определенных булевых функций. Разрабатываемый исследовательский комплекс предназначен для студентов старших курсов и магистров для более глубокого понимания сложности решаемой задачи и эвристических приемов облегчающих ее решение.

Программной реализации любого алгоритма предшествует этап формулировки основных требований, предъявляемых к разрабатываемому программному средству. Разрабатываемый исследовательский комплекс минимизации полинома Жегалкина частично определенных булевых функций должен обеспечивать пользователю следующие возможности:

- ввод количества аргументов БФ;
- формирование таблицы истинности БФ для установленного пользователем количества переменных;
- заполнение значений БФ в таблице истинности;
- ввод вектора значений БФ (автоматический и ручной режимы, в зависимости от количества аргументов БФ);
- доопределение вектора значений БФ (автоматический и ручной режимы);
- формирование полинома Жегалкина методом частных полиномиальных нормальных форм (ЧПНФ);
- подсчет количества конъюнкций сформированного полинома Жегалкина;
- вывод на экранную форму минимального полинома Жегалкина;
- вывод на экранную форму вектора значений БФ, при котором был сформирован минимальный полином.

Исходя из сформулированных требований, разрабатываемый программный комплекс должен состоять из нескольких взаимосвязанных блоков, функциональная схема которых представлена на рис. 1.



Рис. 1. Функциональная схема исследовательского комплекса

«Управляющий блок» разрабатываемого программного комплекса предназначен для взаимодействия пользователя с программой и обеспечения взаимосвязи между остальными блоками.

Блок «Справка» предназначен для вывода информации о возможностях программы, ее технических и программных требованиях, а также о функциональных элементах и их расположении.

«Блок ввод данных» предназначен для ввода основных параметров вычисления – числа аргументов и вектора значений булевой функции F . БФ F может быть определена как полностью, так и частично.

«Блок заполнения таблицы истинности» предназначен для автоматического вычисления размерности таблицы истинности и заполнения ее значений.

«Блок доопределения вектора значений БФ и формирования минимального полинома» осуществляет доопределение вектора значений БФ, с последующим формированием полинома Жегалкина с учетом доопределенного вектора. В программном модуле предусмотрены различные

режимы доопределения значений функции: ручным способом и в автоматическом режиме.

В «Блоке вычисления» реализуется алгоритм минимизации полинома Жегалкина частично определенных булевых функций. Он включает в себя следующие блоки:

«Блок формирования полинома Жегалкина методом ЧПНФ» - формирование полинома Жегалкина методом ЧПНФ по соответствующему доопределенному вектору значений БФ.

«Блок вычисления количества конъюнкций» - осуществляет подсчет количества конъюнкций в сформированном полиноме Жегалкина; из сформированных полиномов Жегалкина минимальным будет являться тот, в котором присутствует минимальное количество конъюнкций.

Известно несколько методов автоматического полиномиального разложения булевых функций [2 – 6], каждый из которых имеет свои преимущества и недостатки.

В разработанном программном комплексе формирование полинома Жегалкина осуществляется методом ЧПНФ. Данный метод подробно описан в [7], а его алгоритм представлен на рис. 2.

Исходными данными для алгоритма А являются: n – число аргументов БФ, вектор E размерности 2^n , содержащий значения таблицы истинности БФ. Основное достоинство алгоритма заключается в том, что ПНФ функции формируется путём преобразования каждого минтерма совершенной ДНФ (СДНФ) в ЧПНФ в виде их векторного представления.

Объемная сложность дискретного алгоритма А имеет оценку $2 \cdot 2^n$ слов (в лучшем случае бит). Вычислительная сложность алгоритма А может быть определена лишь в среднем. Данное обстоятельство обусловлено тем, что частные полиномиальные формы зависят от преобразуемого минтерма.

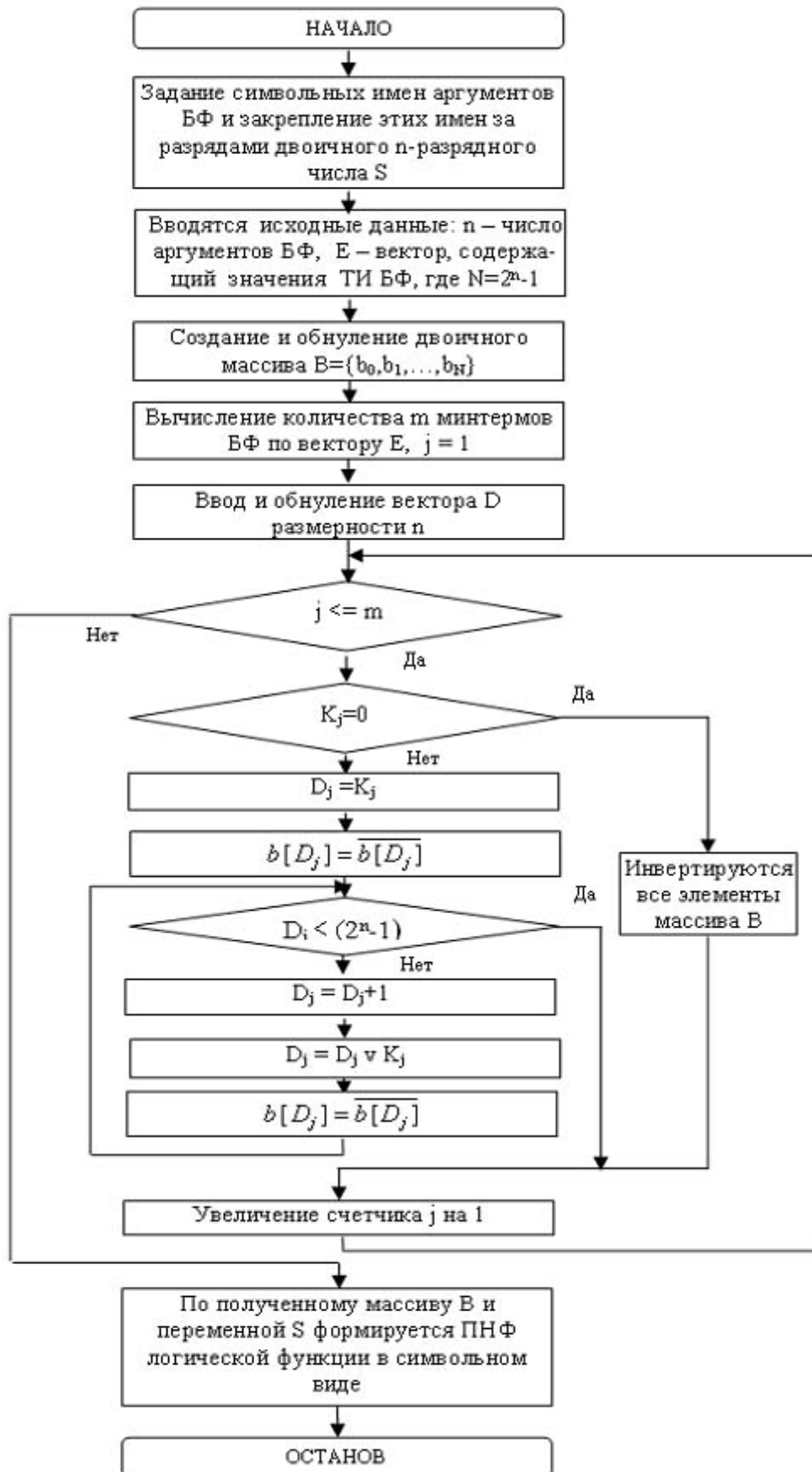


Рис. 2. Алгоритм А полиномиального преобразования БФ на основе ЧПНФ

На основании проведенного в [7] анализа обнаруживается следующая закономерность: количество L единичных значений в ЧПНФ однозначно определяется количеством k нулевых значений аргументов в минтермах, а именно

$$L=2^k. \quad (1)$$

Еще одним достоинством метода ЧПНФ является то, что для преобразования может использоваться инверсная БФ с последующим инвертированием всех элементов вектора полинома. Отсюда следует, что максимальное количество ЧПНФ не будет превосходить величины $R=2^{n-1}$, где n -количество аргументов БФ. Тогда в среднем вычислительную сложность алгоритма A можно оценить как

$$S(A) \approx \left(\sum_{m=0}^n 2^m C_m^n \right) \frac{1}{2} = 3^n \times \frac{1}{2}. \quad (2)$$

В соответствии со схемой, представленной на рис. 1, был разработан алгоритм, представленный на рис.3, позволяющий формировать вектор коэффициентов минимального полинома Жегалкина для частично определенных БФ методом ЧПНФ. Суть алгоритма заключается в следующем: пользователь вводит n – число аргументов булевой функции. По числу n в программном модуле происходит формирование таблицы истинности БФ для установленного пользователем количества переменных и определяется, как будет производиться ввод вектора значений БФ: вручную, если $n \leq 5$ или автоматически, если $5 < n < 8$. Далее, если вектор значений БФ не полностью определен, происходит первое доопределение вектора значений БФ и реализуется алгоритм формирования полинома Жегалкина методом ЧПНФ. Затем происходит подсчет количества конъюнкций в сформированном полиноме Жегалкина и снова выполняется процесс доопределения вектора значений БФ. Далее реализуется алгоритм формирования полинома Жегалкина методом ЧПНФ. После этого, происходит сравнение значений количества конъюнкций сформированных полиномов Жегалкина на текущей и предыдущей итерациях. Далее эти действия повторяются до тех пор, пока не будут перебраны все варианты доопределения вектора значений БФ, то есть 2^k раз, где k – число неопределенных наборов. Затем сформированный минимальный полином Жегалкина и количество конъюнкций в нем выводятся на экранную форму.

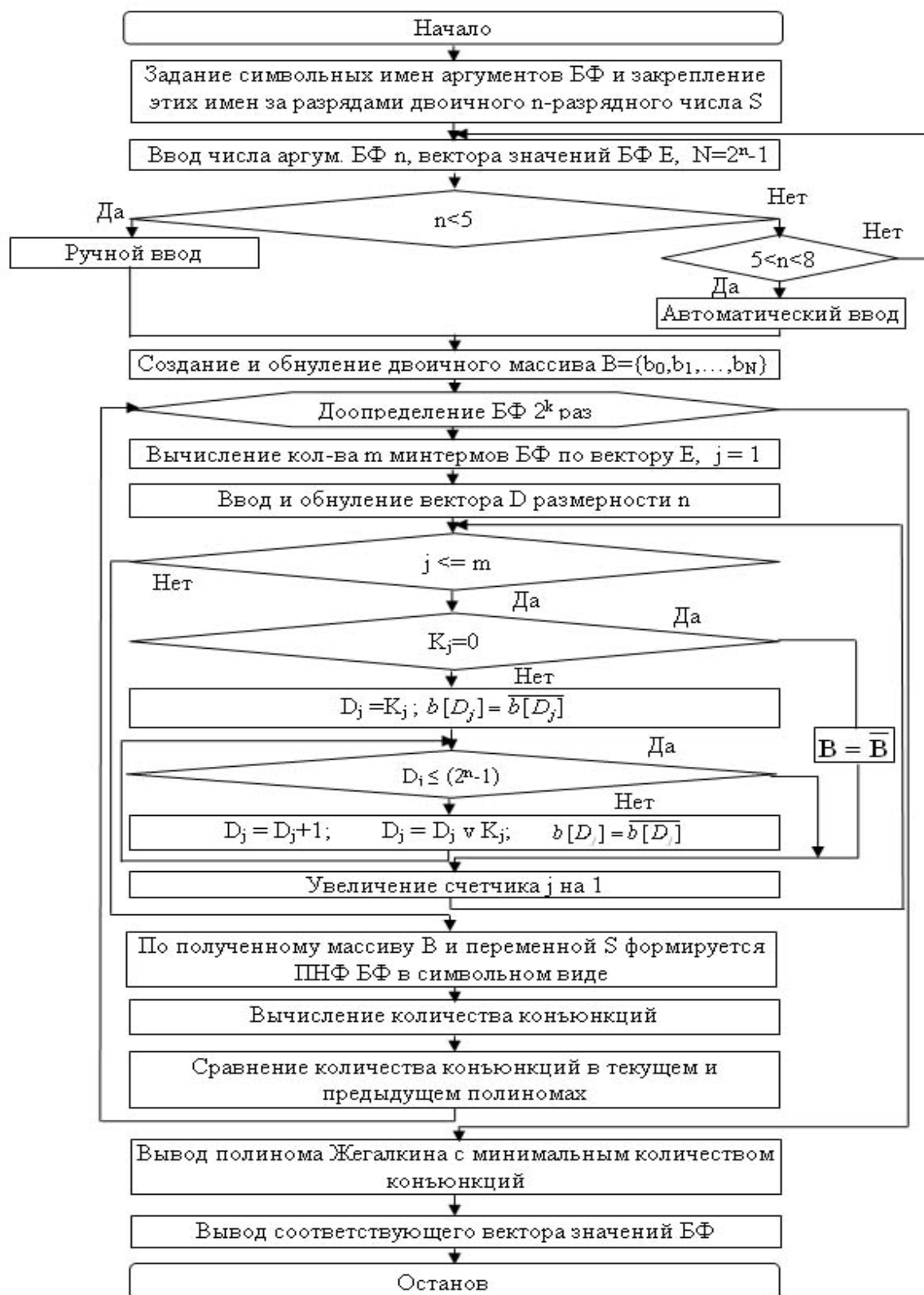


Рис. 3. Схема алгоритма исследовательского комплекса.

На рис. 4 представлено главное окно разработанного исследовательского комплекса минимизации полинома Жегалкина частично определенных булевых функций.

Формирование минимального полинома Жегалкина

Введите количество переменных: 4 Справка

☐ Ввод вектора значений булевой функции в автоматическом режиме

	S	T	U	V	W	X	Y	Z	F(...)
0	0	0	0	0					0
0	0	0	0	1					1
0	0	0	1	0					0
0	0	0	1	1					0
0	0	1	0	0					0
0	0	1	0	1					0
0	0	1	1	0					0
0	0	1	1	1					1
1	0	0	0	0					0
1	0	0	0	1					0

Построить полином Жегалкина Доопределить вектор F(...)

Доопределить вектор и построить минимальный полином

Количество конъюнкций: 9

Полином Жегалкина: $s \& t (+) s \& t \& u (+) s \& t \& u \& v (+) s \& t \& v (+) s \& u (+) s \& v (+) t \& v (+) u \& v (+) v$

Рис. 4. Главное окно исследовательского комплекса

Исследовательский комплекс программно реализован на языке программирования C# в среде Microsoft Visual Studio 2012 (версия Microsoft Visual C# 2012 Express Edition). Для его функционирования необходимо не менее 2 Гб на жестком диске и не менее 512 Мб оперативной памяти.

Разработанный программный комплекс обладает интуитивно понятным интерфейсом, компактен, удобен в использовании и является свободно распространяемым программным продуктом. Исследовательский комплекс минимизации полинома Жегалкина частично определенных булевых функций может быть использован в учебном процессе ВУЗов при проведении лабораторных работ по дисциплинам «Схемотехника», «Теория автоматов», «Дискретная математика», «Математическая логика и теория алгоритмов» у студентов старших курсов и магистров.

Библиографический список

1. Закревский, А.Д. Логические основы проектирования дискретных устройств [Текст] / А.Д. Закревский, Ю.В. Поттосин, Л.Д. Черемисинова. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007. – 592с.
2. Закревский, А.Д. Полиномиальная реализация частичных булевых функций и систем [Текст] / А.Д. Закревский, Н.Р. Торопов. – М.: Едиториал УРСС, 2003. – 200 с.
3. Акинин, А. А. Автоматизация полиномиального разложения булевых функций на основе метода неопределенных коэффициентов [Текст] / А. А. Акинин, Ю. С. Акинина, С. Л. Подвальный, С. В. Тюрин // Системы управления и информационные технологии. – 2011. – № 2 (44). – С. 4-8.
4. Акинин, А. А. Автоматизация полиномиального разложения булевых функций на основе метода конечных разностей [Текст] / А. А. Акинин, Ю. С. Акинина, С. В. Тюрин // Системы управления и информационные технологии. – 2011. – № 4. – С. 69 – 73.
5. Акинин, А. А. Алгоритм фрактального полиномиального разложения булевых функций [Текст] / А. А. Акинин // Вестник Воронежского государственного технического университета. – 2011. – Т. 7. – №11. 1. – С. 85–88
6. Акинин, А. А. Метод бинарно-векторного полиномиального разложения булевых функций [Текст]/ А. А. Акинин, Ю. С. Акинина, С. В. Тюрин // V Всероссийская научно-техническая конференция «Проблемы разработки перспективных микро- и наноэлектронных систем 2012» : сборник трудов. Москва, ИППМ РАН, – 2012. – С. 55 – 60.
7. Акинин, А.А. Автоматизация полиномиального разложения булевых функций на основе метода частных полиномиальных форм [Текст] / А. А. Акинин, Ю. С. Акинина, С. Л. Подвальный, С. В. Тюрин // Вестник Воронежского государственного технического университета. – 2014. – Т. 10. – №6. – С. 36 – 39.

Ju.S. Akinina, A. Ju. Maltsev

The development of a research complex of minimization of Zhegalkin's polynomial of partially defined Boolean functions.

Abstract. This article considers the program realization of algorithm of minimization of Zhegalkin's polynomial of partially defined Boolean functions.

Keywords: Zhegalkin's polynomial, boolean function, minterm.

УДК 519.216**О.А. Антамошкин**

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М.Ф. Решетнева», Красноярск, Россия.

МУЛЬТИАГЕНТНАЯ СИСТЕМА АВТОМАТИЗАЦИИ МОНИТОРИНГА, ПРОГНОЗИРОВАНИЕ И УПРАВЛЕНИЯ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ.

Аннотация. В статье описана общая концепция мультиагентного подхода к построению системы автоматизации мониторинга, прогнозирование и управления в чрезвычайных ситуациях, а так-же модели а алгоритмы входящие в ее состав.

Ключевые слова: оптимизация, утилизация ресурсов, система поддержки принятия решений, распределенные вычислительные сети, мультиагентные системы.

Эффективность реагирования и предотвращения чрезвычайных ситуаций (ЧС) в первую очередь зависит от наличия необходимой и достаточной информации о состоянии контролируемых объектов и процессов, скорости ее преобразования в директивы, планы, проекты и действия. При рассмотрении связи управления и информации появляются такие понятия, как информационные системы, автоматизированные системы управления, системы управления базами данных и т.д.

Основными задачами мониторинга и прогнозирования являются - наблюдение, контроль и предвидении опасных процессов и явлений природы, техносферы, внешних дестабилизирующих факторов (вооруженных конфликтов, террористических актов и т.п.), являющихся источниками чрезвычайных ситуаций, а также отслеживание динамики развития чрезвычайных ситуаций, определения их масштабов в рамках решения задач предупреждения и организации ликвидации бедствий.

Информация – один из ключевых ресурсов, без которого невозможна эффективная деятельность [1]. В теории управления целесообразно применять определение информации, как совокупность сведений об изменениях, совершающихся в системе и окружающей ее среде, которая уменьшает степень неопределенности наших знаний о конкретном объекте, это обмен сведениями (данными) между людьми, человеком и автоматом, автоматом и автоматом. Информация используется как ресурс для исполнения служебных функций, а также как средство служебных коммуникаций, поскольку последние осуществляются в процессе передачи различных сведений.

Деятельность по мониторингу и прогнозированию чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, ввиду их большого разнообразия, весьма многоплановая. Она осуществляется многими организациями (учреждениями), при этом используются различные методы и средства. К примеру мониторинг и прогноз событий гидрометеорологического характера осуществляется учреждениями и организациями Росгидромета, который, кроме того, организует и ведет мониторинг состояния и загрязнения атмосферы, воды и почвы. Сейсмические наблюдения и прогноз землетрясений в стране осуществляются федеральной системой сейсмологических наблюдений и прогноза землетрясений, в которую входят учреждения и наблюдательные сети Российской академии наук, МЧС России, Минобороны России, Госстроя России и др.

Существуют и другие виды мониторинга и прогноза, осуществляемые в ведомственных и иных интересах по разным видам объектов, явлений и процессов, контролируемым параметрам по различным видам опасностей.

Важно и то, что качество мониторинга и прогноза чрезвычайных ситуаций определяющим образом влияет на эффективность деятельности в области снижения рисков их возникновения и масштабов. Важность этого направления в деле защиты населения и территорий от природных и техногенных чрезвычайных ситуаций нашла свое отражение в распоряжении Президента Российской Федерации от 23 марта 2000г. № 86-рп, определившем необходимость и порядок создания в стране системы мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций.

Система мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций является функциональной информационно-аналитической подсистемой РСЧС. Она объединяет усилия функциональных и территориальных подсистем РСЧС в части вопросов мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций и их социально-экономических последствий.

Очевидно, что построение такой системы на единой платформе не представляется возможным в виду ее разрозненности, постоянно возрастающим множеством решаемых задач, и межведомственной несогласованностью. Такую систему необходимо рассматривать как сложную территориально-распределенную иерархическую систему, перерабатывающую информационные, материальные, энергетические, и возможно другие ресурсные потоки, для принятия решений в которой необходим сбор и семантический анализ информации от множества гетерогенных источников. Собственники ее отдельных компонентов в настоящее время используют успешно функционирующее программное обеспечение, и не готовы отказываться от внедренных решений. К тому-же, как показывает практика создания даже в рамках МЧС России системы СОУ,

подобные проекты могут затянуться на длительное время, и не дать желаемых результатов.

Данная проблема не раз описана в работах Вавилов А.А., Варшавский В.И., Виттих В.А., Глушков В.М., Гаврилова Т.А., Городецкий В.И., Калинин Л.А., Костров А.В., Ларичев О.И., Летичевский А.А., Липаев В.В., Марлей В.Е., Мартин Дж., Минский М., Осипов Г.С., Песиков Э.Б., Поспелов Г.С., Поспелов Д.А., Попов Э.В., Пупков К.А., Советов Б.Л., Стефаток В.Л., Трахтенгерц Э.А., Фомин Б.Ф., Хорошевский В.Ф., Черноруцкий И.Г., Шенк Р., Ющенко Е.Л., Яковлев С.А., Яшин А.И.

Основываясь на этом, в рамках данного исследования, для построения распределенной интегрированной системы поддержки принятия решений РСЧС предлагается применение мультиагентного подхода, позволяющего поэтапно объединить существующие части информационной среды в единую систему обмена информацией.

Становление парадигмы распределенных интеллектуальных и мультиагентных систем (МАС) достигло сегодня той стадии, когда такие системы начинают превращаться в техническую реальность. При этом центральной-проблемой разработки агентно-ориентированных систем является отсутствие теоретически обоснованной методологии проектирования, охватывающей все стадии процесса создания системы и обеспечивающей переход от абстрактной архитектуры распределенной системы и формальных логических моделей интеллектуальных агентов (ИА) к стадии технической реализации.

Данное исследование ставит и решает научно-техническую проблему создания корпоративной системы, поддержки принятия решений, обладающих необходимыми интегративными и интеллектуальными свойствами для принятия эффективных решений в условиях изменяющейся гетерогенной информационной среды.

Структура государственного управления поддержки деятельности по предупреждению и ликвидации последствий ЧС имеют иерархически взаимосвязанные уровни:

- федеральный;
- региональный;
- территориальный;
- городской (районный);
- объектовый (службы предупреждения и ликвидации последствий ЧС, безопасности персонала и населения хозяйственных субъектов - предприятий).

На каждом из этих уровней решаются характерные для него задачи, которые должны быть скоординированы по целям, функциям и передаваемым данным как по горизонтали (на данном уровне управления), так и по вертикали - между соседними уровнями иерархии[2].

К настоящему времени в МЧС России сформировался целый ряд направлений деятельности, основанных на применении современных информационных технологий. К ним в первую очередь можно отнести создание высококомпьютеризированных систем:

- автоматизированной информационно-управляющей системы ЧС,
- информационного обеспечения управления рисками возникновения ЧС,
- связи и оповещения при ЧС,
- мониторинга и прогнозирования ЧС.

Существенная часть деятельности территориальных органов МЧС связана со сбором и систематизацией информации об источниках возможных опасностей, их воздействии на население и территорию соответствующего субъекта РФ. Это направление особенно важно в условиях смещения акцентов в деятельности МЧС от решения задач ликвидации последствий ЧС к решению задач предупреждения ЧС. Концепция анализа и управления рисками предусматривает получение и обработку большого количества информации.

Примерный, но далеко не исчерпывающий, перечень решаемых задач может выглядеть следующим образом:

- определение местоположения и характеристик потенциальных опасностей;
- оперативный поиск и выдача подробной информации о потенциально опасных объектах (ПОО);
- оценка возможных сценариев развития ЧС по каждому ПОО;
- отслеживание динамики развития ЧС и прогнозирование дальнейшего развития событий (разлива АХОВ, взрывов, пожаров, наводнений и паводков, разливов нефти и нефтепродуктов);
- оперативный поиск и выдача информации по объектам народнохозяйственного значения, попадающим в опасные зоны;
- оперативный поиск сил и средств, привлекаемых в процессе ликвидации последствий аварий;
- оперативный поиск и выдача подробной разноаспектной информации о защитных сооружениях;
- космический мониторинг состояния территории;
- оценка возможных последствий при строительстве крупных гидротехнических сооружений;
- создание и использование территориального страхового фонда документации;
- формирование и издание государственного доклада о защите населения и территории от ЧС природного и техногенного характера;
- разработка типовых рабочих карт обстановки.

Важной задачей при построении мультиагентной системы управления является задача размещения агентов. Решение данной задачи сводится к оптимальному размещению программных агентов в различных узлах РВС. В данном случае под оптимальностью стоит понимать сокращение времени производства данных, необходимых для принятия решений в ЦПР. Сложность данной задачи состоит в наличии большого количества ограничений при распределении агентов. Основываясь на концепции построения РВС для принятия решений в кризисных ситуациях нетрудно видеть, что держателями ее технических ресурсов выступают различные структуры и ведомства, что делает невозможным построение системы на единой технической и программной платформе.

Тем не менее, изучая различные информационные системы входящие в РВС ПРКС можно выделить целый класс типовых решений так или иначе используемых при построении каждой из них. Несмотря на различие в подходах к их построению, сетевая инфраструктура подавляющего большинства из них базируется на решениях признанного лидеров в производстве телекоммуникационного оборудования компании CISCO (по оценкам экспертов оборудование этой компании обеспечивает примерно 80 процентов веб-трафика), а так-же, в связи с высокими требованиями к защищенности передаваемой информации, и необходимостью сертификации криптографических решений – программные и программно-аппаратные комплексы разрабатываемые компанией «ИнфоТеКС». В программной части их сетевое оборудование базируется на Cisco IOS, либо адаптированной ОС Linux (продукты компании «ИнфоТеКС»). В настоящее время обе из рассматриваемых операционных систем поддерживают функциональность ОС поверх ядра Linux и обеспечивает высокую доступность и интеграцию услуг.

Для достижения приемлемого уровня стандартизации и унификации управляющих программных агентов предлагается размещать их именно на базе коммуникационного оборудования этих вендоров.

К дополнительным преимуществам такого размещения стоит отнести низкую загруженность вычислительных ресурсов телекоммуникационных серверов, что подтверждается проведенным статистическим исследованием 170 узлов Сибирского сегмента РВС ПРКС – среднесуточная загрузка процессоров составила не более 12,3% от максимальной.

Рассматриваемый класс управляющих агентов позволяет отслеживать сбор сырых данных от узлов-источков, мониторить загруженность вычислительных ресурсов РВС, координировать распределение вычислительных задач между ними, управлять хранилищами данных, оптимизировать использование каналов передачи данных. Управляющим воздействием для данного класса агентов будут являться сигналы о внеочередном запросе производства данных и знаний из ЦПР.

Очевидно, что коммуникационное оборудование не предназначено для решения сложных вычислительных задач, не имеет развитого пользовательского интерфейса, не позволяет использовать современные платформы разработки и моделирования, их начальная ориентация совершенно другая. Более того, существует ограничение, которое невозможно обойти даже при революционном характере развития программно-аппаратных телекоммуникационных систем – это наличия уже существующих, внедренных и используемых информационных систем. Как уже было отмечено ранее, РВС ПРКС состоит из множества больших и малых ИС различного подчинения. Технически и программно составные части РВС базируются на различных платформах, к тому-же юридически находятся в подчинении различных ведомств. Теоретически возможно их объединение на базе единой платформы, но фактически это возможно лишь при наличии неограниченных ресурсов как финансовых, так и временных. Примеров подобным начинаниям достаточно много. Одним из примеров попытки создания такой системы может являться СОУ НЦУКС (программно-аппаратный комплекс Система оперативного управления НЦУКС МЧС РФ), создаваемая на протяжении вот уже порядка 10 лет, а стоимость разработки которой давно уже превысило сотни миллионов рублей. При этом сложности с внедрением этой системы возникли на пороге НЦУКС, даже в рамках одного ведомства. Сервера и рабочие места СОУ уже более пяти лет установлены в региональных центрах и главных управлениях МЧС России, но задачи поставки в систему данных до сих пор решаются в ручном режиме, а математические модели реализованные в ней, используются лишь на высшем уровне управления.

Следует учитывать, что в связи с постоянным развитием составных частей РВС задача имеет характер апории Зенона. Но при системном подходе к ее решению расстояние до «черепахи» можно минимизировать достаточно быстро. Как и в случае с размещением управляющих агентов стоит выделить типовые решения при построение любых современных информационных систем. Задачей большинства современных информационных систем является сбор и обработка больших массивов данных. Не является исключением и РВС ПРКС. Для обработки и хранения таких данных используются типовые СУБД. После обработки статистических данных можно сделать вывод, что в рассматриваемой РВС ПРКС преобладают следующие СУБД – MS SQL, Oracle RDBMS и в меньшей степени MySQL, для решения различных локальных задач. Реализация агентов обмена информацией с этими СУБД позволит автоматизировать обмен информации в РВС на более чем 70%. К тому-же получение информации из БД позволит на начальных этапах минимизировать создания агентов сбора сырых данных.

Основными требованиями, предъявляемыми к агентам-интеграторам, являются: знание основных SQL запросов (получить доступ к БД, добавить

данные в БД, изменить данные в БД, удалить из БД данные и т.д.), знание языка обмена информационными сообщениями в мультиагентной среде, умение интерпретировать сообщения в запросы к БД, знание всех возможных в БД кодировок, подчинение управляющим агентам.

При системном анализе организационно-технических систем в большинстве случаев производят описание таких составляющих, как: миссия, виденье, стратегию, процессы. Применение мультиагентного подхода позволяет рассматривать эти системы как динамические, основанные на знаниях.

Динамическая модель дискретных процессов описывается с применением следующего математического аппарата: сети Петри, системы массового обслуживания, модели системной динамики. В дальнейшем модели расширяется интеллектуальными агентами. В результате решается задача интеграции имитационного моделирования, экспертных систем, ситуационного и мультиагентного моделирования.

Модель интеллектуального агента представим в следующем виде:

$\text{Agent} = \langle \text{Name}, \text{Purpose}, \text{Priority}, \text{KB}, \text{M_in}, \text{M_out}, \text{B_scen}, \text{Control_O}, \text{Chief_A}, \text{Sub_A} \rangle$,

где Name – имя агента, Purpose – цели агента, Priority – приоритеты агента, KB – база знаний агента, M_in – количество входящих сообщений, M_out – количество исходящих сообщений, B_scen – сценарии поведения, Control_O – множество управляемых объектов, Chief_A – множество главенствующих агентов, Sub_A – множество подчиненных агентов.

Агент может выполнять следующие действия:

- Анализирует текущую ситуацию через анализ внешних параметров;
- Диагностирует ситуацию;
- Ведет работу с базой знаний;
- В случае диагностирования соответствующей ситуации агент пытается найти сценарий действия в базе знаний или выработать его самостоятельно;
- Принимает решения;
- Определяет и корректирует свои цели, и цели подчинённых агентов;
- Контролирует достижение цели;
- Обменивается сообщениями.

Для построения ядра системы применяется аппарат продукционных систем. Структура продукционной системы описывается в виде:

$\text{PS} = \langle \text{CSs}, \text{KBs}, \text{Ms} \rangle$,

где $\text{CSs} = \{ \text{RES}(t) \} \cup \{ \text{MECH}(t) \} \cup \{ \text{U}(t) \} \cup \{ \text{G}(t) \}$ – текущее состояние ресурсов, средств, команд управления, целей(рабочей памяти); KBs – множество правил преобразования и действия агента(база знаний); Ms – машина вывода, состоящая из планировщика и машины логического вывода по базе знаний агентов.

Алгоритм состоит из следующих этапов:

Шаг 1. Определения текущего момента времени $SystemTime = \min(T_j)$, $j \in rule$.

Шаг 2. Обработка действия агентов.

Шаг 3. Формирование очереди правил.

Шаг 4. Выполнение правил и изменение целей.

Для диагностирования текущего состояния системы и выработки управляющих команд система обращается к экспертной системе.

Для описания иерархической структуры мультиагентной системы используются системные графы высокого уровня интеграции и объектно-структурный подход к построению моделей организационно-технических систем, предложенные Т.А. Гавриловой [3]. Как средство формализации знаний – подход на основании фрейм-концептов и концептуальных графов, предложенные А.Н. Швецовым [4]. Постановка задачи распределения ресурсов описана автором в работе [5].

Как было описано ранее в общем виде модель интеллектуального агента описывается в виде $Agent = \langle Name, Purpose, Priority, KB, M_in, M_out, B_scen, Control_O, Chief_A, Sub_A \rangle$. Далее опишем модель его сценария поведения - B_scen :

$$B_scen = (MIS, MG, MSR, MA),$$

Где MIS – модель информационного пространства, MG – модель целеполагания, MSR – модель поиска решения, MA – модель активных действий. Интеллектуальный агент принимает решение о реализации некоторого сценария в данный момент времени.

С позиции реализации действий модели можно разбить на три класса: с предопределенным конечным множеством элементарных действий, с множеством планов, с произвольными сообщениями и действиями в логическом языке.

Определим, что интеллектуальный агент имеет множество статических целей $SP = \{sp_j, j = 1, \dots, n\}$. Существует некоторое множество правил $Rules_j, j = 1, \dots, n$, выполнение которых приводит к sp_j . Каждый агент следует некоторому плану, внутри которого сформированы сообщения и действия.

Модель поиска решения задается функцией $SS: SP \rightarrow VO$, где VO – множество правил i -го агента. Модель активных действий определяется отображением $AM: AS \rightarrow VO$, которое выбирает необходимые для исполнения в данный момент правила. Смена активный целей (множества AS) приводит к прекращению либо активации соответствующих правил.

Определим $SA(0)$ как начальную конфигурацию атрибутов интеллектуального агента, lvo как список его правил, $SMA(0)$ – начальную конфигурацию MA , ls – список стратегий агента, lsg – список статических целей, ltg – список диктуемых целей главенствующего агента, lbg – список целей передаваемый подчиненным агентам, $ldag$ – список динамических

целей, lag – список активных целей. Аксиома исчисления для K_{B_scen} в момент времени t_0 примет вид $AA=(SA(0), lvo, SMA(0), ls(0), lsg(0), \emptyset, \emptyset, \emptyset, \emptyset)$.

Для упрощения записи информационного пространства V и его состояния SV определим:

$$lia = \{Name_j, \{A_{Agentj}^k, k=1, \dots, m\}, j=1, \dots, l\},$$

$$lio = \{Name_j, \{A_{Agentj}^k, k=1, \dots, m\}, j=1, \dots, l\},$$

Для автономного функционирования агентов необходимы задать алгоритмы принятия решений. Далее приведем примеры таких алгоритмов.

Принятие решения о сборе данных для расчета (Алгоритм 1).

1. Определить список необходимых данных
2. Оценить время сбора всех данных
3. Выстроить данные по времени их получения
4. Выстроить данные по необходимости их получения для точности расчета. Определить минимальное(пороговое) значения для вычисления.
5. На основании шага 4 разграничить задачу на два этапа – примерный расчет и полный расчет.
6. Для данных необходимых для предварительного расчета присвоить приоритет 1, для прочих – 2.
7. Приступить к сбору данных (параллельно из всех источников) с учетом приоритетов.
8. По окончании предварительного расчета передать рассчитанную модель ЛПР.
9. Оценить время необходимое для завершения окончательного расчета. Если оно меньше оставшегося времени для принятия решения – продолжить сбор данных.
10. Выполнить окончательный расчет и передать ЛПР.

Решение о выборе маршрута (Алгоритм 2).

В данном случае под маршрутом будем понимать не только передачу информации но и остановки для преобразования(вычисления) данных. В данном алгоритме используется аппарат мультиверсионности предложенный в работах [6-7].

После запроса на передачу данных ЛПР.

1. Опросить Сеть и составить список возможных маршрутов.
2. Рассчитать время и надежность (вероятность передачи) маршрутов. Данный расчет производится подчиненными агентами.
3. Используя аппарат мультиверсионности определить необходимость запуска параллельных процессов.
4. Начать передачу данных по найденным маршрутам.

Алгоритм передачи (в данном случае только передачи) данных (Алгоритм 3).

1. Получить от вышестоящего агента ближайшую точку производства данных (ближайшего сервера, позволяющего произвести из текущих данных данные более высокого порядка).

2. Определить объем передаваемых данных до ближайшего пункта производства данных.

3. Составить список возможных маршрутов.

4. Определить лучший маршрут по значению функции $F(x) = TP \cdot R(t+1)$, где TP - вероятность передачи необходимого объема данных до конечного пункта, за время t , $R(t+1)$ – вероятность работоспособности канала передачи в момент времени $t+1$ (коэффициент оперативной готовности?).

5. Начать передачу данных.

Пример алгоритма для распределенной геоинформационной системы (на базе Алгоритма 1).

1. Из запроса ЛПР определить цель моделирования.

2. Составить список данных для моделирования.

3. Составить список источников данных.

4. Опросить источники поставки данных на предмет готовности к передачи актуальных данных.

5. Составить расписание получения данных.

6. Если вероятностная оценка общего времени получения данных (T_1), времени доставки данных (T_2), времени преобразования(вычисления) (T_3), больше времени отведенного на принятия решения (T_r) – разбить задачу на 2а этапа: примерный расчет, и окончательный расчет.

7. Принять время доступное для примерного расчета(T_{r1}) из неравенства $T_{r1} \leq T_r$.

8. Определить время получения первичных данных как $T_1 \cdot \leq T_r - T_2 - T_3$.

9. На основании T_1 определить список данных, которые возможно получить за данное время.

10. Начать сбор данных.

11. Запросить у управляющих агентов текущие и прогнозные состояния Сети.

12. Определить возможные маршруты.

13. На основании объектной пулов модели определить пулы данных.

14. При закрытии (сборе всех необходимых для вычисления) пулов данных начать передачу данных для расчета.

Выводы. В результате работы разработана методологии построения межведомственной интеллектуальной систем поддержки принятия решений РСЧС, которая позволила повысить интеллектуальный уровень системы мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций, являющийся функциональной информационно-аналитической подсистемой РСЧС и тем

самым сократить время на решение задач управления в изменяющейся информационной среде. Разработанный комплекс методик позволяет автоматизировать процесс построения корпоративных интеллектуальных систем поддержки принятия решений, учесть специфику предметной области и характер решаемых управленческих задач, минимизировать затраты на разработку и повысить эффективность использования информационных ресурсов.

Библиографический список

1. Нордстрем К.А., Риддерстрале Й. Бизнес в стиле фанк. Стокгольмская школа экономики в Санкт-Петербурге. 2003. с. 165.
2. Павлов С. ГИС для информационной поддержки деятельности по предупреждению и ликвидации последствий ЧС. ArcReview. 3(26), 2003.
3. Частиков А.П., Гаврилова Т.А., Белов Д.Л. Разработка экспертных систем. Среда CLIPS. СПб.: БХВ-Петербург, 2003. 608с.
4. Швецов А.Н. Модели и методы построения корпоративных интеллектуальных систем поддержки принятия решений: дис. д-ра техн. наук: 05.13.01 СПб., 2004. 461с.
5. Антамошкин О.А. Технология утилизации ресурсов распределенных вычислительных сетей. Системы управления и информационные технологии. Воронеж: Научная книга, 2012. Вып. 2.2(48). с. 220-224.
6. Ковалев И.В., Царев Р.Ю., Прокопенко А.В., Соловьев Е.В. К вопросу реализации муравьиного алгоритма при выборе состава мультиверсионного программного обеспечения информационно-управляющих систем. Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. 2012. № 2. с. 1-4.
7. Ковалев И.В., Слободин М.Ю., Царев Р.Ю. Учет субъективных предпочтений ЛПР при мультиверсионном проектировании АСУ. Системы управления и информационные технологии. 2005. № 1(18). с. 44-49.

О.А. Antamoshkin

Multi-agent systems automate the monitoring, forecasting and emergency management

Abstract. The paper discusses the general concept of multi-agent approach to building automation system for monitoring, forecasting and emergency management, as well as being a model and algorithms of its member.

Keywords: optimization, resources utilization, decision support system , distributed computing networks , multi-agent systems.

УДК 519.688

Н.Н. Астахова, Л.А. Демидова

ФГБОУ ВПО, «Рязанский государственный радиотехнический университет», Рязань, Россия

АПРОБАЦИЯ МЕТОДА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ГРУППЫ ПОКАЗАТЕЛЕЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ АЛГОРИТМА ЧЕТКИХ С-СРЕДНИХ И МОДЕЛЕЙ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ НА ОСНОВЕ СТРОГО БИНАРНЫХ ДЕРЕВЬЕВ И МОДИФИЦИРОВАННОГО АЛГОРИТМА КЛОНАЛЬНОГО ОТБОРА

Аннотация. Рассматривается пример прогнозирования группы макроэкономических показателей Российской Федерации с применением алгоритма четких с-средних и моделей прогнозирования на основе строго бинарных деревьев и модифицированного алгоритма клонального отбора, подтверждающий целесообразность применения используемого метода прогнозирования.

Ключевые слова: Макроэкономический показатель, временной ряд, прогнозирование, кластеризация, строго бинарное дерево, модифицированный алгоритм клонального отбора.

Метод прогнозирования группы показателей, описываемых временными рядами (ВР), с применением алгоритма четких с-средних и моделей прогнозирования на основе строго бинарных деревьев (СБД) и модифицированного алгоритма клонального отбора (МАКО) [1 – 4] заключается в реализации следующих этапов [5].

Этап 1. Нормализация всех ВР группы относительно их среднего уровня, выраженного ВР-центроидом [5].

Этап 2. Кластеризация нормализованных ВР на наперед заданное количество кластеров с применением алгоритма четких с-средних [5].

Этап 3. Построение моделей прогнозирования для ВР-центроидов кластеров на основе СБД и МАКО [1 – 4].

Этап 4. Прогнозирование исходных частных ВР с использованием моделей прогнозирования для ВР-центроидов кластеров [5].

Апробация данного метода прогнозирования была выполнена с использованием ВР 22 макроэкономических показателей Российской Федерации, взятых с сайта World DataBank за период с 1999 г. по 2014 г. (<http://databank.worldbank.org/data/views/reports/tableview.aspx?isshared=true#>).

С использованием алгоритма четких с-средних (на основе модифицированной метрики Евклида, позволившей учесть разную актуальность элементов ВР во времени [5]) все показатели были разделены

на 4 кластера (подгруппы ВР), информация о содержимом которых представлена в первом столбце таблицы 1. Модели прогнозирования для частных ВР каждого кластера, определяемые ВР-центроидами, представляются в форме соответственно аналитических зависимостей вида:

- $\cos(\exp(\sqrt{\sqrt{d^{j-3}}}/\sqrt{d^{j-1}})) - \cos(d^{j-5})) -$
 $- \exp(\cos(d^{j-6})/\sin(d^{j-4})) \cdot \cos(d^{j-1} \cdot \cos(d^{j-3})) - \ln(d^{j-2}) - d^{j-5};$
- $\ln(\cos(\sqrt{\exp(\sqrt{\sqrt{d^{j-5}}}) - \cos(d^{j-4}))}/\exp(d^{j-1})) - \cos(\sqrt{d^{j-2}}) -$
 $- \sqrt{-103,17})) \cdot \cos(\sqrt{d^{j-5}} \cdot \sin(25,87))/\sin(d^{j-3}) - \exp(d^{j-5}));$
- $\ln(\sqrt{\sqrt{\sqrt{\sin(\cos(d^{j-3})) \cdot \exp(d^{j-2})) + \sqrt{d^{j-4}}}) + \cos(\cos(2,14)d^{j-2})) +$
 $+ \cos(\cos(d^{j-6}) \cdot \exp(224,07)) \exp(d^{j-5} + \sin(d^{j-1})))};$
- $\ln(\exp(\exp(\exp(\sin(\ln(d^{j-4})) \cdot \sin(d^{j-3}))/\exp(129,43)) - \cos(\ln(d^{j-3}) +$
 $+ \sqrt{d^{j-2}}))) \cdot \cos(\sqrt{d^{j-5}} + d^{j-1})) \cdot \sqrt{d^{j-4}} - \exp(d^{j-1})),$

где d^j – j -й элемент временного ряда.

При этом данные за период с 1999 г. по 2011 г. были использованы для разработки моделей прогнозирования, а данные за период с 2011 г. по 2014 г. – для прогнозирования частных ВР на 3 шага вперед.

В таблице 1 приведены результаты прогнозирования частных ВР на 3 шага вперед, значения средних относительных ошибок прогнозирования на 3 шага вперед (столбец «Ошибка»), а также значения средних относительных ошибок прогнозирования за период с 1999 г. по 2011 г. (столбец «*AFER*» – Average Forecasting Error Rate).

Усредненное по всем частным ВР значение *AFER* составило 1,43%, а усредненное по всем частным ВР значение средней относительной ошибки прогнозирования на 3 шага вперед оказалось равным 4,48%, что незначительно больше, чем в случае построения индивидуальной модели прогнозирования для каждого частного ВР. В частности, использование данного метода прогнозирования групп ВР позволило с точностью 99,33% определить будущее значение валового накопления капитала (в % от ВВП), и с точностью 99,09% определить процент населения, имеющего начальное образования (за период с 2011 г. по 2014 г.).

Даже с учетом того, что при применении данного метода к новой группе ВР, то есть впервые, может потребоваться выполнение процедуры кластеризации ВР при разном количестве кластеров s для нахождения оптимального разбиения, определяемого по минимуму значения целевой функции алгоритма кластеризации, можно сделать вывод о существенном снижении временных затрат на прогнозирование групп ВР.

Предлагаемый метод прогнозирования групп ВР реализует совместное применение алгоритма четких s -средних и моделей прогнозирования на основе СБД и МАКО и обеспечивает получение индивидуальных прогнозных значений для всех ВР группы с приемлемыми временными

затратами [5]. Результаты экспериментальных исследований, полученные в ходе прогнозирования макроэкономических показателей Российской Федерации, подтверждают перспективность применения и дальнейшего развития данного метода прогнозирования.

Таблица 1. Результаты прогнозирования макропоказателей

п./п.	Наименование показателя	Единица измерения	AFER, %	2012		2013		2014		Ошибка, %
				факт	прогноз	факт	прогноз	факт	прогноз	
1 кластер										
1	Потребление энергии	кг.нефт. экв.	1,70	4740	5105,56	5022	4733,09	5114	5013,35	5,09
2	Потребление электроэнергии	кВт*ч/чел.	0,74	6279	6476,5	6457	6269,51	6485	6447,64	2,21
3	ВНД на душу населения по методу Атласа	\$	5,02	9642	12730,34	10406	9633,48	11740	10397,98	15,06
4	ВНД на душу населения, ППС	\$	3,25	19373	22700,58	20861	19363,23	22279	20852,1	9,75
2 кластер										
5	Добавленная стоимость в сфере услуг	% от ВВП	0,36	59,59	58,2	59,82	59,2	59,52	59,59	1,18
6	Экспорт товаров и услуг	% от ВВП	0,61	29,04	30,3	29,03	29,6	29,05	29,04	2,04
7	Импорт товаров и услуг	% от ВВП	0,29	21,9	21,7	21,87	22,3	21,89	21,9	0,97
8	Валовое накопление капитала	% от ВВП	0,23	24,95	25	24,91	24,5	24,84	24,95	0,77
9	Доходы (за исключением грантов)	% от ВВП	0,97	29,04	31,3	29,14	29,8	28,96	29,04	3,24
10	Коэффициент подростковой фертильности	рожд./1000 женщ.	2,26	28,97	26,4	29	25,7	28,98	28,97	7,54
11	Добавленная стоимость в промышленности	% от ВВП	2,91	34,15	37,4	35,12	36,8	36,16	34,15	6,38

Окончание таблицы 1

3 кластер										
12	Запуск процедур для регистрации бизнеса	кол.	1,48	7,95	8	7	8	7,82	7,95	4,92
13	Экспорт высоких технологий	%	1,36	8,27	8	8,95	8,4	8,57	8,27	4,52
14	Добавленная стоимость в с/х	% от ВВП	6,03	13,6	11,2	13,47	10,6	11,99	13,6	20,11
15	Смертность в возрасте до 5 лет	%	2,99	3,92	4,36	3,08	3,79	3,93	3,89	9,95
4 кластер										
16	Колич. детород. с помощью квалиф. мед. персонала	%	0,24	99,54	98,96	99,49	98,86	99,82	98,68	0,79
17	Иммунизация против кори	%	0,06	97,68	97,43	97,68	97,71	97,72	97,39	0,21
18	Процент населения, имеющего нач. образование	%	0,27	96,4	96,69	97,09	97,94	95,19	96,69	0,91
19	Соотнош. девоч. и мальч. в сист. нач. и средн. образов.	%	0,34	98,28	97,71	98,79	98,02	99,29	97,29	1,14
20	Улучшенные источники воды	%	0,21	96,91	97,38	96,74	97,46	96,66	97,51	0,70
21	Ожидаем. продолжит. жизни при рождении	число лет	0,72	72,02	70,68	72,83	70,73	73,13	71,48	2,39
22	Улучшенные средства санитарии	%	1,21	74,96	71,38	74,86	70,08	74,65	74,45	4,03

Исходя из полученных результатов, можно сделать вывод о том, что использование алгоритмов кластерного анализа позволяет образовывать подгруппы связанных ВР, имеющих сходные законы изменения значений своих элементов, и обеспечивает увеличение скорости прогнозирования ВР.

Применение общих моделей прогнозирования (моделей прогнозирования для ВР-центроидов кластеров) для отдельных частных ВР, входящих в соответствующие подгруппы, не приводит к существенному снижению точности прогнозирования. При этом требуемая точность прогноза для частного ВР (например, для ВР с номерами 3, 4, 10, 11, 14 и 15 из таблицы 1, имеющих значения *AFER*, превосходящие 2%) может быть

достигнута в процессе уточнения общей модели прогнозирования (на основе СБД и МАКО) [2, 5].

Дальнейшие исследования могут быть связаны с анализом применимости при реализации предлагаемого метода других алгоритмов кластерного анализа при соблюдении требования о минимизации временных затрат на получение прогнозных значений для всей группы ВР.

Библиографический список

1. Демидова Л.А., Корячко А.В., Скворцова Т.С. Модифицированный алгоритм клонального отбора для анализа временных рядов с короткой длиной актуальной части // Системы управления и информационные технологии. 2010. Т. 42. № 4.1. С. 131-136.
2. Демидова Л.А. Модели прогнозирования временных рядов с короткой актуальной частью на основе модифицированного алгоритма клонального отбора // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. 2012. № 39-2. С. 64-71.
3. Астахова Н.Н., Демидова Л.А. Использование почти полных строго бинарных деревьев и модифицированного алгоритма клонального отбора при разработке моделей прогнозирования временных рядов с короткой актуальной частью // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. 2013. № 4-2 (46). С. 89-96.
4. Демидова Л.А. Оценка качества моделей прогнозирования на основе строго бинарных деревьев и модифицированного алгоритма клонального отбора // Cloud of Science. 2014. Т. 1. № 2. С. 202-222.
5. Astakhova N.N., Demidova L.A., Nikulchev E.V. Forecasting method for grouped time series with the use of k-means algorithm // Applied Mathematical Sciences. 2015. Т. 9. № 97. С. 4813-4830.

~ N.N. Astakhova, L.A. Demidova

~ **Approbation of the group indicators' forecasting method with**
~ **application of k-means algorithm and the forecasting models on the**
~ **base of strictly binary trees and the modified clonal selection algorithm**

~ **Abstract.** An example of macroeconomic indicators' group forecasting of
~ Russian Federation with application of k-means algorithm and the
~ forecasting models on the base of strictly binary trees and the modified
~ clonal selection algorithm, confirming application expediency of the used
~ forecasting method is reviewed.

~ **Keywords:** Macroeconomic indicator, time series, forecasting, clustering,
~ strictly binary tree, modified clonal selection algorithm.

ОЦЕНКА ЗАПРОСОВ В СЕМАНТИКЕ «К ЛУЧШИХ ВСЮДУ»

Аннотация. В работе представлены проблемы оценки запросов типа «к лучших» в вероятностных базах данных. Рассматриваются простые вероятностные базы данных, в которых вероятности связаны с отдельными кортежами, и обычные вероятностные базы данных, в которых, кроме того, можно представить исключаяющие отношения между кортежами.

Ключевые слова: Оценка запросов, вероятностная БД, кортеж

Введение

Работа продолжает исследование, начатое в [0], в направлении оценки запросов в семантике «к лучшим всюду». С целью сохранения преемственности нумерация формул и примеров продолжается.

1. Простые вероятностные отношения

Вначале рассмотрим простое вероятностное отношение $R^p = (R, p, C)$, использующее инъективную оценочную функцию s .

Утверждение 1. Пусть дано простое вероятностное отношение $R^p = (R, p, C)$ и инъективная оценочная функция s для R^p , когда $R = \{t_1, t_2, \dots, t_n\}$ и $t_1 \succ_s t_2 \succ_s \dots \succ_s t_n$, тогда верным будет следующее рекуррентное отношение запросов в семантике «к лучшим всюду»:

$$q(k, i) = \begin{cases} 0 & k=0 \\ p(t_i) & 1 \leq i \leq k \\ q(k, i-1) \frac{\bar{p}(t_{i-1})}{p(t_{i-1})} + q(k-1, i-1) p(t_i) & \text{в противном случае} \end{cases} \quad (3)$$

Уравнение (3) включает в себя только вероятности, а оценки используются для определения порядка вычислений.

Пример 5. Возьмём простое вероятностное отношение $R^p = (R, p, C)$, где $R = \{t_1, t_2, \dots, t_n\}$, $p(t_i) = p_i$, $1 \leq i \leq 4$, $C = \{\{t_1\}, \{t_2\}, \{t_3\}, \{t_4\}\}$, и инъективную оценочную функцию s , такую, что $t_1 \succ_s t_2 \succ_s t_3 \succ_s t_4$. Следующая таблица показывает вероятность t_i в семантике «к лучшим всюду» для $0 \leq k \leq 2$.

k	t ₁	t ₂	t ₃	t ₄
0	0	0	0	0
1	p ₁	$\bar{p}_1 p_2$	$\bar{p}_1 \bar{p}_2 p_3$	$\bar{p}_1 \bar{p}_2 \bar{p}_3 p_4$
2	p ₁	p ₂	$(\bar{p}_2 + \bar{p}_1 p_2) p_3$	$((\bar{p}_2 + \bar{p}_1 p_2) p_3 + \bar{p}_1 \bar{p}_2 p_3) p_4$

Ряд 2 (выделенный жирным текстом) показывает вероятность каждого t_i -го в семантике «2 лучших всюду». Если нам нужен ответ разряда «2 лучших» в R^p , нам нужно всего лишь отобрать два кортежа с наибольшим значение в ряду 2.

Теорема 1 (Корректность алгоритма 1). Пусть дано простое вероятностное отношение $R^p = (R, p, C)$, неотрицательное целое k и инъективная оценочная функция s , тогда Алгоритм 1 будет правильно вычислять набор ответов R^p в семантике « k лучших всюду», используя оценочную функцию s .

Алгоритм 1 (Ind_Topk). Оценка запросов в семантике « k лучших всюду», используя простое вероятностное отношение в инъективной оценочной функции

Дано: $R^p = (R, p, C)$, k

Цель: отсортировать кортежи в R по убыванию функции оценки s

1: Инициализируем выборку фиксированной мощности $(k+1)$ -Ans из $(t, prob)$ пар, которая сравнивает пары по их значению $prob$, т.е., вероятности « k лучших всюду» для t ;

2: Вычисляем вероятности « k лучших всюду», используя Алгоритм 2, т.е.

$q(0 \dots k, 1 \dots |R|) = \text{Ind_Topk_Sub}(R^p, k)$;

3: for $i=1$ to $|R|$ do

4: Добавить $(t_i, q(k, i))$ to Ans ;

5: if $|Ans| > k$ then

6: удалить пару с наименьшим значением $prob$ из Ans ;

7: end if

8: end for

9: return $\{t_i | (t_i, q(k, i)) \in Ans\}$;

Алгоритм 2 (Ind_Topk_Sub)

Вычисление вероятности в семантике « k лучших всюду» с использованием простого вероятностного отношения в инъективной оценочной функции

Дано: $R^p = (R, p, C)$, k

Цель: отсортировать кортежи в R по убыванию функции оценки s

1: $q(0, 1) = 0$;

```

2: for k=1 to k do
3:   q(k',1)=p(t1);
4: end for
5: for i=2 to |R| do
6:   for k'=0 to k do
7:     if k'=0 then
8:       q(k',i)=0
9:     else
10:      q(k',i)=p(t)(q(k',i-1) $\frac{\bar{p}(t_{i-1})}{p(t_{i-1})}$ +q(k'-1,i-1)) ;
11:    end if
12:  end for
13: end for
14: return q(0...k,1...|R|)

```

Таким образом, предложен полиномиальный алгоритм оценки «к лучших» запросов с использованием семантики «к лучших всюду» в *простых* вероятностных базах данных с использованием инъекции функций оценок.

2. Оптимизация порогового алгоритма

Фагин [7] предлагает использовать *Пороговый алгоритм (ПА)* для обработки запросов типа «к лучших» при реализации на межплатформенном ПО. В межплатформенной системе *объект* имеет m атрибутов. Для каждого атрибута есть отсортированный список, перечисляющий объекты по убыванию их оценки для этого атрибута. *Агрегатная функция f* совмещает оценки для каждого атрибута x_i , $i=1,2,\dots,m$, чтобы получить общую оценку объекта $f(x_1, x_2, \dots, x_m)$. Агрегатная функция монотонна, если $f(x_1, x_2, \dots, x_m) \leq f(x'_1, x'_2, \dots, x'_m)$, когда $x_i \leq x'_i$ для каждого i . Фагин [7] доказывает, что ПА оптимальна с точки зрения затрат для нахождения лучших k объектов в такой системе.

Обозначим список кортежей по убыванию оценок и вероятностей как соответственно T и P . Следуя логике [7], t и p – последние значения в T и P соответственно.

Алгоритм 1^{ПА} (TA_Ind_Topk)

(1) Пройти по списку T и заполнить все поля в таблице ДП. В частности, для $t=t_j$, просчитать записи в j -м столбце вплоть до k -й строки. Добавить t_j к набору ответов Ans на запрос типа «к лучших», в случае, если выполнено любое из следующих условий:

(а) У Ans менее чем k кортежей, то есть $|Ans| < k$;

(б) Вероятность t_j в семантике « k лучших всюду», она же $q(k, j)$, больше, чем нижний предел Ans , он же LB_{Ans} , где $LB_{Ans} = \min_{t_i \in Ans} q(k, i)$.

Во втором случае также необходимо отбросить кортеж с наименьшей вероятностью по семантике « k лучших всюду».

(2) После того, как просмотрено не менее k кортежей в T , просматривается список P , чтобы найти первую p , чей кортеж t ещё не был найден. Примем $\underline{p} = p$, тогда можем использовать $\underline{p}$, чтобы оценить *порог*, то есть верхнюю границу (UP) вероятности любого ненайденного кортежа по семантике « k лучших всюду». Примем $t = t_i$,

$$UP = \left(q(k, i) \frac{\bar{p}(t_i)}{p(t_i)} + q(k-1, i) \right) p$$

(3) Если $UP > LB_{Ans}$, Ans может измениться в будущем, поэтому возвращаемся к шагу (1). Иначе можно остановить алгоритм и выдать значение Ans .

Теорема 2 (Корректность алгоритма 1^{ПА}). Пусть дано простое вероятностное отношение $R^p = (R, p, C)$, неотрицательное целое k и инъективная оценочная функция s для R^p , тогда приведённый выше алгоритм, основанный на ПА, верно найдёт набор ответов в семантике « k лучших всюду».

Приведённая выше оптимизация нацелена на достижение кратчайшего времени выполнения алгоритма. В [10] проведено обширное экспериментальное исследование об эффективности применения ПА в распределенных СУБД. Рассмотрены множественные аспекты обработки запросов. Один из выводов, к которому пришли исследователи – это то, что если хотя бы один из индексов, доступный для обозначения атрибутов – *покрывающий*, то есть – определённый для всех других атрибутов, так что мы можем получить значения остальных атрибутов, не обращая к их основному индексу, то эффективность ПА может возрасти на два порядка величины. Затраты на однократное построение необходимого набора индексов были бы компенсированы большим количеством « k лучших» запросов, обработке которых помогло бы наличие подобных индексов. Даже в отсутствие покрывающих индексов, если данные значительно коррелируют, то в нашем случае, это означало бы высокую вероятность у кортежей с высокой оценкой – ПА все равно был бы эффективен.

Работа ПА гарантирована, пока агрегатная функция монотонна. Для простого вероятностного отношения, если рассматривать *оценку* и *вероятность* как два особенных атрибута, вероятность $P_{k,s}$ в семантике « k лучших всюду» – это агрегатная функция от *оценки* и *вероятности*. Постулат *Корректности*, сформулированный в разделе 3.1 предполагает монотонность вероятности по « k лучших всюду» в простых вероятностных отношениях.

Следовательно, имея индекс для вероятности, можно использовать ПА для проведения расчётов динамического программирования (ДП) в Алгоритме 2. Теперь, вместо того, чтобы вычислять все kn записей для ДП, где $n=|R|$, алгоритм может быть остановлен при первой возможности. Неочевидной проблемой является то, что вероятность $P_{k,s}$ по « k лучших всюду» точно определена только для $t \in R$, в отличие от случая [7], где агрегатная функция точно определена для всех возможных значений атрибутов. Таким образом, по сравнению с оригинальным ПА, требуется достичь того же самого поведения, не обращаясь к виртуальным кортежам, которые не входят в R .

U-Tor k удовлетворяет требованиям постулата *Корректности* в простых вероятностных отношениях. Адаптация ПА в данном случае доступна в работе [8]. ПА не применим к рангам U- k Ranks. Хотя мы можем определить агрегатную функцию для каждого ранга, где ранг $\text{rank}=1,2,\dots,k$ для кортежей в рамках U- k Ranks, нарушение постулата *Корректности* в Таблице 1 указывает на нарушение монотонности для этих k агрегатных функций. RT- k также вычисляет вероятности по « k лучших всюду», а потому является естественным кандидатом для реализации с помощью ПА в простых вероятностных отношениях.

Таким образом, проведен теоретический пространственно-временной анализ предложенных алгоритмов. Разработаны эффективные эвристические алгоритмы, улучшающие производительность базовых алгоритмов.

3. Произвольные вероятностные отношения

Вынужденное событийное отношение. В общем случае вероятностных отношений (Определение 1), каждая часть раздела C может содержать более одного кортежа. Ключевое допущение *независимости* в Алгоритме 1 больше не действует. Однако, хотя кортежи из одной и той же части раздела C утратили независимость, кортежи из разных частей всё ещё независимы. В следующем определении предполагается наличие функции-идентификатора id . Для любого кортежа t , $id(t)$ идентифицирует ту часть раздела, к которой принадлежит t .

Определение 7 (Вынужденное событийное отношение). Пусть дано вероятностное отношение $R^p = (R, p, C)$, инъективная оценочная функция s для R^p и кортеж $t \in C_{id(t)} \in C$, тогда отношение событий, порожденное кортежем t и обозначенное как $E^p = (E, p^E, C^E)$, будет вероятностным отношением, чьё вспомогательное отношение E имеет только один атрибут, событие *Event*. Отношение E и функция вероятностей p^E определены следующими двумя правилами:

Правило 1: $t_{e_i} \in E$ и $p^E(t_{e_i}) = p(t)$;

$$\text{Правило 2: } \forall C_i \in C \wedge C_i \neq C_{\text{id}(t)} \cdot \\ (\exists t' \in C_i \wedge t' \succ_s t) \Rightarrow (t_{e_{C_i}} \in E) \text{ и } p^E(t_{e_{C_i}}) = \sum_{\substack{t' \in C_i \\ t' \succ_s t}} p(t')$$

Ни один другой кортеж не принадлежит E . Раздел C^E определён как набор непарных подмножеств E .

Кроме одного особенного кортежа, сгенерированного Правилем 1, каждый кортеж в вынужденном событийном отношении (сгенерированном Правилем 2) представляет событие e_{C_i} , ассоциированное с частью раздела $C_i \in C$. Возьмём кортеж t , тогда событие e_{C_i} будет определено как “в части C_i есть кортеж с оценкой выше, чем у t . Вероятность этого события, обозначенная как $t_{e_{C_i}}$, является вероятностью того, что событие e_{C_i} произойдёт.

Роль особенного кортежа t_e и его вероятности $p(t)$ станет ясна в Утверждении 3. Сначала рассмотрим вынужденное событийное отношение.

Пример 6. Если взять R^p , как в Примере 2 [0], то необходимо построить вынужденное событийное отношение $E^p = (E, p^E, C^E)$ для кортежа $t = (\text{Temp} : 15)$ из C_2 . Согласно Правилу 1, имеем $t_e \in E$, $p^E(t_e) = 0.6$. По правилу 2, так как $t \in C_2$, имеем $p^E(t_{e_{C_1}}) = \sum_{t' \in C_1, t' \succ_s t} p(t') = p((\text{Temp} : 22)) = 0.6$. Следовательно,

$E:$	$p^E:$
Event	Prob
t_e	0.6
t_{eC}	0.6

Утверждение 2. Вынужденное событийное отношение в Определении 7 является простым вероятностным отношением.

Оценка запросов типа « k лучших всюду»

С помощью вынужденных событийных отношений можно сузить « k лучших всюду» от общего случая до « k лучших всюду» для простых вероятностных отношений.

Лемма 1. Пусть $R^p = (R, p, C)$ – вероятностное отношение, s – инъективная оценочная функция, $t \in R$, а $E^p = (E, p^E, C^E)$ отношение событий, порожденное t . Определим $Q^p = (E - \{t_e\}, p^E, C^E - \{\{t_e\}\})$. Тогда вероятность t по « k лучших всюду» удовлетворяет следующим условиям:

$$P_{k,s}^{R^p}(t) = p(t) \sum_{\substack{W_e \in \text{pwd}(Q^p) \\ |W_e| < k}} \Pr(W_e)$$

Доказательство. Пусть дано $t \in R$, k и s , пусть A - подмножество $\text{pwd}(R^p)$ такое, что $W \in A \Leftrightarrow t \in \text{top}_{k,s}(W)$. Если мы группируем все возможные миры в A по набору частей, чей кортеж в W имеет наибольшую оценку, чем оценка t , тогда мы имеем следующее разделение:

$$A = A_1 \cup A_2 \cup \dots \cup A_q, A_i \cap A_j = \emptyset, i \neq j$$

и

$$\forall A_i, \forall W_1, W_2 \in A_i, i = 1, 2, \dots, q$$

$$\{C_j \mid \exists t' \in W_1 \cap C_j, t' \succ_s t\} = \{C_j \mid \exists t' \in W_2 \cap C_j, t' \succ_s t\}$$

Далее обозначим как $\text{CharParts}(A_i)$ A_i -й набор характеристик частей.

Теперь пусть B - подмножество $\text{pwd}(Q^p)$, такое, что $W_e \in B \Leftrightarrow |W_e| < k$. Существует инъекция $g: \{A_i \mid A_i \in A\} \rightarrow B$, сопоставляющая каждую часть A_i к A для возможного мира B , который содержит только кортежи, ссылающиеся на A_i -й набор характеристик.

$$g(A_i) = \{t_{ec} \mid C_j \in \text{CharParts}(A_i)\}$$

Следующее равенство отражает определение индуцированного отношения события и Утверждения 2.

$$\sum_{W \in A_i} \Pr(W) = p(t) \prod_{C_i \in \text{CharParts}(A_i)} p(t_{ec_i}) \prod_{\substack{C_i \in C - \{C_{id(t)}\} \\ C_i \notin \text{CharParts}(A_i)}} (1 - p(t_{ec_i})) = p(t) \Pr(g(A_i))$$

Таким образом,

$$\begin{aligned} P_{k,s}^{R^p}(t) &= \sum_{W \in A} \Pr(W) = \sum_{i=1}^q \sum_{W \in A_i} \Pr(W) = \sum_{i=1}^q p(t) \Pr(g(A_i)) = \\ &= p(t) \sum_{i=1}^q \Pr(g(A_i)) = p(t) \sum_{W_e \in B} \Pr(W_e) = p(t) \left(\sum_{\substack{W_e \in \text{pwd}(Q^p) \\ |W_e| < k}} \Pr(W_e) \right) \end{aligned}$$

Лемма доказана. ■

Утверждение 3. Пусть дано вероятностное отношение $R^p = (R, p, C)$ и инъективная оценочная функция s , тогда для любого $t \in R^p$, вероятность t по « k лучших всюду» равняется вероятности « k лучших всюду» для t_{e_i} , когда оценка « k лучших» внутри индуктивного событийного отношения $E^p = (E, p^E, C^E)$ по инъективной оценочной функции $s^E: E \rightarrow R, s^E(t_e) = 1/2$ и $s^E(t_{e_{c_i}}) = i$ определяется следующим образом:

$$P_{k,s}^{R^p}(t) = P_{k,s^E}^{E^p}(t_{e_t})$$

Доказательство. Пока t_{e_t} имеет наименьшую оценку s^E для любого $W_e \in \text{pwd}(E^p)$, только кортеж $t_{e_t} \in \text{top}_{k,s^E}(W_e)$, когда существует не более k кортежей W_e , включая t_{e_t} .

$$\forall W_e \in \text{pwd}(E^p), \\ t_{e_t} \in \text{top}_{k,s}(W_e) \Leftrightarrow (t_{e_t} \in W_e \wedge |W_e| \leq k)$$

Таким образом,

$$P_{k,s^E}^{E^p}(t_{e_t}) = \sum_{(t_{e_t} \in W_e \wedge |W_e| \leq k)} \Pr(W_e)$$

В доказательстве Леммы 1, B состоит из всех возможных миров, которые имеют не более $k-1$ кортежей с $E - \{t_{e_t}\}$. Согласно Утверждению 2,

$$\sum_{(t_{e_t} \in W_e \wedge |W_e| \leq k)} \Pr(W_e) = p(t) \sum_{W'_e \in B} \Pr(W'_e)$$

Согласно Лемме 1,

$$p(t) \sum_{W'_e \in B} \Pr(W'_e) = P_{k,s}^{R^p}(t)$$

Следовательно,

$$P_{k,s}^{R^p}(t) = P_{k,s^E}^{E^p}(t_{e_t})$$

Утверждение доказано. ■

В Утверждении 3 выбор функции s^E достаточно произволен. На самом деле, подойдёт любая инъективная функция, которая ставит t_{e_t} наименьшую оценку. Каждый кортеж кроме t_{e_t} в вынужденном событийном отношении соотносится с событием, которое заключается в том, что появится кортеж с оценкой выше, чем у t . Нам необходимо отследить тот случай, когда произойдёт не более $k-1$ подобных событий. Так как любое вынужденное событийное отношение является простым (согласно Утверждению 2), Утверждение 3 наглядно демонстрирует, как мы можем сократить вычисления $R^p(t)$ в изначальном вероятностном отношении до вычисления « k лучших» в простом вероятностном отношении, где мы можем применить ДП, как описано в разделе 4.1. Полные алгоритмы приведены как Алгоритм 3, Алгоритм 4.

Алгоритм 3 (IndEx_Torpk) Оценка запросов « k лучших всюду» в общем вероятностном отношении с инъективной оценочной функцией

Требования: $R^p = (R, p, C)$, k, s

1: Инициализация фиксированной мощности $k+1$ для выборки Ans из $(t, prob)$ пар, которая сравнивает пары по $prob$, т.е., вероятности « k лучших всюду» для t ;

```

2: for  $t \in R$  do
3:   Вычисление  $R^P(t)$  с использованием Алгоритма 4, т.е.
 $P_{k,s}^{R^P}(t) = \text{IndEx\_Topk\_Sub}(R^P, k, s, t)$ ;
4:   Добавление  $(t, P_{k,s}^{R^P}(t))$  в  $Ans$ ;
5:   if  $|Ans| > k$  then
6:     удаление пары с наименьшим значением  $prob$  из  $Ans$ ;
7:   end if
8: end for
9: return  $\{t \mid (t, P_{k,s}^{R^P}(t)) \in Ans\}$ 

```

В Алгоритме 4 сначала находим часть $C_{id(t)}$, которой принадлежит t . В строке 2 инициализируется вспомогательное отношение E вынужденного событийного отношения с кортежем, сгенерированным Правилем 1 из Определения 7. Для любой части C_i , кроме $C_{id(t)}$, вычисляем вероятность события e_{C_i} согласно определению 7 (Строка 4), и прибавляем её к E , если оно обладает ненулевой вероятностью (Строки 5-7). Так как все кортежи из одной и той же части раздела исключают, эта вероятность является суммой вероятностей всех соответствующих требованиям кортежей в этой части. Если ни один из кортежей из C_i не соответствует требованиям, эта вероятность равняется нулю. В данном случае неважно, входил ли какой-либо кортеж из C_i в возможный мир или нет, так как он не будет влиять на то, входит ли t в набор « k лучших» или нет. Соответствующий событийный кортеж, таким образом, исключается из E . По определению, любая вероятностная база данных предполагает, что любой кортеж, не входящий во вспомогательное отношение, имеет нулевую вероятность. Строка 9 использует алгоритм 2, чтобы вычислить $P_{k,s}^{E^P}(t_{e_t})$.

Алгоритму 2 необходимо, чтобы все кортежи были отсортированы по оценке. Так как уже известна оценочная функция s^E , просто необходимо распределить кортежи согласно порядку s^E , когда генерируем E . Дополнительной сортировки не требуется.

Теорема 3 (Корректность алгоритма 3). Пусть дано вероятностное отношение $R^P = (R, p, C)$, неотрицательное целое k и инъективная оценочная функция s , тогда Алгоритм 3 верно вычисляет набор « k лучших всюду» ответов R^P , используя оценочную функцию s .

Доказательство. Высокоуровневая структура Алгоритма 3 схожа со структурой Алгоритма 1. Следовательно, пока Строка 3 Алгоритма 3 верно вычисляет « k лучших всюду» вероятность каждого кортежа в R , Алгоритм 3 возвращает верный набор ответов « k лучших всюду». Строки 1-8 в

Алгоритме 4 вычисляют событийное отношение, вынужденное t . Согласно Утверждению 3, Строки 9-10 в Алгоритме 4 верно вычисляют « k лучших всюду» вероятность t .

Алгоритм 4 (IndEx_Topk_Sub) Вычисление $P_{k,s}^{R^p}(t)$ с использованием вынужденного событийного отношения

Требования: $R^p = (R, p, C)$, $k, s, t \in R$

```

1: Поиск подмножества  $C_{id(t)} \in C$  такого, что  $t \in C_{id(t)}$ ;
2:  $E = \{t_{e_t}\}$ , где  $p^E(t_{e_t}) = p(t)$ ;
3: for  $C_i \in C$  and  $C_i \neq C_{id(t)}$  do
4:    $p(e_{C_i}) = \sum_{t' \in C_i} p(t')$ 
5:   if  $p(e_{C_i}) > 0$  then
6:      $E = E \cup \{t_{e_{C_i}}\}$ , где  $p^E(t_{e_{C_i}}) = p(e_{C_i})$ 
7:   end if
8: end for
9: Использование Алгоритма 2 для вычисления « $k$  лучших всюду»
вероятности в  $E^p = (E, p^E, C^E)$ , т.е.,
 $q(0 \dots k, 1 \dots |E|) = \text{Ind\_Topk\_Sub}(E^p, k)$ 
10:  $P_{k,s}^{R^p}(t) = P_{k,s}^{E^p}(t) = q(k, |E|)$ ;
11: return  $P_{k,s}^{R^p}(t)$ 

```

В Алгоритме 4 строкам 3-8 требуется $O(n)$ времени, чтобы построить E (требуется просканировать все кортежи из каждой части). Вызов Алгоритма 2 в Строке 9 занимает $O(k|E|)$ времени, где $|E|$ не превосходит число частей в разделе C , которое не больше n . Таким образом, Алгоритм 4 требует $O(kn)$. Алгоритм 3 делает n вызовов Алгоритма 4, чтобы вычислить $P^R(t)$ для каждого кортежа $t \in R$. Алгоритм 3 использует очередь с приоритетом, чтобы выбрать окончательный набор ответов, что требует $O(n \log k)$. Весь алгоритм требует $O(kn^2 + n \log k) = O(kn^2)$.

Прямая реализация Алгоритма 3 и Алгоритма 4 требует $O(kn)$, так как вызовы Алгоритма 2 и Алгоритма 4 могут занимать до $O(k|E|)$. Однако, используя оптимизированную по занимаемому месту версию Алгоритма 2, которая упоминалась в Разделе 4.1, вычисление таблицы ДП в Алгоритме 4 может быть проведено с использованием $O(k)$ места. Алгоритму 4 всё ещё требуется $O(|E|)$ места, чтобы хранить вынужденное событийное отношение, вычисленное между Строками 3-8. Так как $|E|$ имеет верхнюю границу n , общее занимаемое место оценивается как $O(k + n)$.

Таким образом, предложен полиномиальный алгоритм оценки «к лучших» запросов с использованием семантики «к лучших всюду» в вероятностных базах данных, с использованием инъекции функций оценок.

4. Оптимизация для произвольных вероятностных отношений

В предыдущем разделе предоставлены базовые алгоритмы для вычисления «к лучших всюду» вероятностей в общих вероятностных отношениях. В данном разделе будут предоставлены две эвристических процедуры, *Rollback* и *RollbackSort*, чтобы ускорить эти вычисления. Оптимизация здесь схожа с оптимизацией через *совместные префиксы*, использованной в работе [9], хотя допущения и технические данные и различаются. В нашей терминологии *агрессивное* и *ленивое* совместное использование префиксов из работы [9] предполагает возможность «смотреть наперёд» в поток кортежей, чтобы найти следующий кортеж, принадлежащий каждой части. Напротив, *Rollback* не предполагает наличия дополнительной информации, а *RollbackSort* предполагает наличие агрегатных статистик в кортежах.

Rollback и *RollbackSort* пользуются следующими двумя фактами в базовых алгоритмах:

Факт 1: Наличие пересечений в событийных отношениях, вынужденное последовательными кортежами.

Rollback и *RollbackSort* основаны на следующем «инкрементном» вычислении вынужденных событийных отношений в R . Согласно Определению 7, для любого кортежа $t \in R$, только кортежи с более высокой оценкой будут иметь влияние на вынужденное событийное отношение для t . Полагая наличие оценочной функции s , рассмотрим два соседних кортежа t_i , t_{i+1} , расположенных по убыванию оценок. Обозначим как E_i и E_{i+1} соответственно их вынужденные событийные отношения для функции s .

Случай 1: t_i и t_{i+1} являются исключаяющими.

Тогда t_i и t_{i+1} имеют одно и то же вынужденное событийное отношение кроме одного кортежа, сгенерированного Правилем 1 для каждого вынужденного событийного отношения.

$$E_i - \{t_{et_i}\} = E_{i+1} - \{t_{et_{i+1}}\} \quad (4)$$

Случай 2: t_i и t_{i+1} независимы, и t_{i+1} независимо от $t_1, \dots, t_{i-1}$.

Вспомним, что любой кортеж $t_j \in C_{id(t_i)}$, $1 \leq j \leq i-1$, где $C_{id(t_i)}$ – часть, содержащая t_i , не существует в E_i , пока существует t_{et_i} в E_i . Кортеж t_{i+1} является независимым от кортежа t_j . В E_{i+1} , вместо t_{et_i} событийный кортеж $t_{eC_{id(t_i)}}$, который отвечает событию, что один кортеж из $C_{id(t_i)}$ появится. Второе условие гарантирует, что не существует кортежа в $E_i - \{t_{et_i}\}$, который не совместим с событийным кортежем t_{i+1} сгенерированным по правилу 1 в E_{i+1} .

Таким образом, все кортежи $E_i - \{t_{e_i}\}$ должны быть сохранены в E_{i+1} . Следовательно,

$$E_i - \{t_{e_i}\} = E_{i+1} - \{t_{e_{Cid(t_i)}}, t_{e_{t_{i+1}}}\} \quad (5)$$

Случай 3: t_i и t_{i+1} независимы и t_{i+1} несовместим с хотя бы одним кортежем из $t_1, \dots, t_{i-1}$.

В этом случае, как и в Случае 2, первое условие гарантирует существование $t_{Cid(t_i)}$ в E_{i+1} . Однако, второе условие по существу утверждает, что некоторые кортежи из $t_{Cid(t_{i+1})}$ имеют оценки выше, чем кортежи для t_i . Таким образом, существует набор событий $t_{e_{Cid(t_i)}}$ в E_i , который несовместим с t_{i+1} сгенерированным по Правилу 1 в каждом включенном наборе событий, E_{i+1} и E_i также различаются в наборе событий $t_{e_{Cid(t_i)}}$ и $t_{e_{Cid(t_{i+1})}}$.

$$E_i - \{t_{e_{Cid(t_{i+1})}}, t_{e_i}\} = E_{i+1} - \{t_{e_{Cid(t_i)}}, t_{e_{t_{i+1}}}\} \quad (6)$$

Факт 2: Произвольность выбора оценочной функции s^E в Утверждении 3.

Как можно убедиться из Утверждения 3, событийный кортеж t_{e_i} имеет одну и ту же «k лучших всюду» вероятность в вынужденном событийном отношении для двух различных оценочных функций, если они обе ставят t_{e_i} наименьшую оценку.

Rollback. В *Rollback* используем редуцированную таблицу T^a размером $(k+1) \times n$, чтобы поддерживать две крупные операции для каждого из вынужденных событийных отношений: (1) создание вынужденного событийного отношения и (2) вычисление таблицы динамического программирования (ДП) для вычисления «k лучших всюду» вероятности кортежа, который её вызвал. Каждый столбец в T^a обозначен с помощью *(part id, prob)* событийного кортежа в текущем вынужденном событийном отношении. Каждая запись в столбце соответствует записи в таблице ДП при вычислении «k лучших всюду» вероятностей.

Из *Факта 1* ясно, что создание вынужденных событийных отношений является инкрементным, оно проводится для кортежей по убыванию их оценок. Но убывающий порядок оценок также используется в вычислении «k лучших всюду» вероятности в каждом вынужденном событийном отношении. *Rollback* использует эту направленность и проводит создание вынужденного событийного отношения за счёт вычисления таблицы ДП.

Из *Факта 2* ясно, что можно заново использовать оценочную функцию между двумя последовательными вынужденными событийными отношениями, чтобы избежать необходимости заново вычислять часть таблицы ДП.

Без потери общего характера отношений, положим, что $t_1 \succ t_2 \succ \dots \succ t_n$, и что только что *обработанный* кортеж – t_i , $1 \leq i \leq n$. Под словом «обработанный» подразумеваем то, что есть таблица ДП для вычисления «к лучших всюду» вероятности, обозначенная как DP_i , где каждый столбец соотносится с событийным кортежем в вынужденном событийном отношении E_i из t_i . Положим, что $|E_i| = l_i$, тогда есть l_i столбцов в DP_i . $l_i \leq i$, так как только $t_1, t_2, \dots, t_i$ могут вносить изменения в E_i . Более того, $l_i = i$, когда все i кортежи независимы. В данном случае каждый кортеж соответствует определённому событийному кортежу в E_i . Когда есть исключаяющие кортежи, $l_i \leq i$. Потому как в данном случае, если кортеж из $t_1, t_2, \dots, t_{i-1}$ несовместим с t_i , он игнорируется из-за наличия $t_{e_{t_i}}$ в E_i . Для других исключаяющих кортежей, кортежи из одной и той же части стягиваются в единое событийное отношение в E_i . Более того, вероятность таких событийных кортежей является суммой вероятностей всех исключаяющих кортежей, входящих в него.

Теперь рассмотрим следующий кортеж, который предстоит обработать, t_{i+1} , его вынужденное событийное отношение E_{i+1} , и таблицу ДП DP_{i+1} , чтобы вычислить «к лучших всюду» вероятность в E_{i+1} . Если текущая ситуация соответствует Случаю 1, то E_i и E_{i+1} отличаются только по событийному кортежу, сгенерированному Правилем 1. Напомним, что единственное требование к оценочной функции, используемой в вынужденном событийном отношении – это назначать наименьшую оценку событийному кортежу, сгенерированному Правилем 1. Это требование отображается в вычислениях в таблице ДП как ассоциация кортежа, сгенерированного Правилем 1, с последним столбцом. Следовательно, можно взять первые l_{i-1} столбца из DP_i и использовать их заново в DP_{i+1} . Иными словами, если на основе Факта 2 как можно чаще заново использовать оценочную функцию в DP_i , получившаяся таблица DP_{i+1} отличается от DP_i только последним столбцом. На практике DP_{i+1} вычисляется инкрементным образом, путём изменения на месте последнего столбца DP_i . Обозначим как col_{cur} текущий последний столбец в DP_i . В DP_{i+1} , col_{cur} должен быть переассоциирован с кортежем $t_{e_{t_{i+1}}}$,

$$\begin{aligned} col_{cur}.part_id &= id(t_{i+1}), \\ col_{cur}.prob &= p(t_{i+1}). \end{aligned}$$

Легко заметить, что инкрементное вычисление оценки есть оценки вычисления $k + 1$ вхождений в col_{cur} .

Аналогично для Случая 2, первые $l_i - 1$ столбцов в DP_i могут быть повторно использованы. Все новые кортежи в DP_{i+1} – это $t_{e_{Cid(t_i)}}$ и $t_{e_{Cid(t_{i+1})}}$.

Для вычисления DP_{i+1} , нужно изменить ассоциации двух столбцов, col_{cur} и col_{cur+1} . Последний столбец в $DP_{i+1}(col_{cur})$ переассоциирован с $t_{e_{id}(t_i)}$:

$$col_{cur}.part_id = id(t_i),$$

$$col_{cur}.prob = \sum_{\substack{t_{j''} \in C_{id}(t_i) \\ 1 \leq j'' \leq i}} p(t_{j''}).$$

Последний столбец с $DP_{i+1}(col_{cur+1})$ ассоциирован с $t_{e_{t_{i+1}}}$:

$$col_{cur+1}.part_id = id(t_{i+1}),$$

$$col_{cur+1}.prob = p(t_{i+1}).$$

Пример 7. Рассмотрим следующие данные и выборку «2 лучших».

	Часть	Оценка	Prob
t_2	C_1	0.9	0.3
	C_2	0.8	0.1
t_3	C_3	0.7	0.2
t_4	C_4	0.6	0.4
t_5	C_5	0.5	0.7

Кортежи обрабатываются в порядке убывания их оценок, т.е. $t_1, t_2, \dots, t_5$. Рис. 1 демонстрирует каждую таблицу DP_i после обработки кортежа t_i . Также изображена аннотация (*part id*, *prob*) каждой из колонок. Запись, выделенная жирным шрифтом – это «к лучших всюду» вероятность соответствующего кортежа, вызывающего событийное отношение.

k/col	col_1 (1, 0.3)
0	0
1	0.3
2	0.3

(a) DP_1

k/col	col_1 (1, 0.3)	col_2 (2, 0.1)
0	0	0
1	0.3	0.07
2	0.3	0.1

(b) DP_2

k/col	col_1 (1, 0.3)	col_2 (2, 0.1)	col_3 (3, 0.2)
0	0	0	0
1	0.3	0.07	0.126
2	0.3	0.1	0.194

(c) DP_3

k/col	col_1 (2, 0.1)	col_2 (3, 0.2)	col_3 (1, 0.4)
0	0	0	0
1	0.1	0.18	0.288
2	0.1	0.2	0.392

(d) DP_4

k/col	col_1 (3, 0.2)	col_2 (1, 0.7)	col_3 (2, 0.7)
0	0	0	0
1	0.2	0.56	0.168
2	0.2	0.7	0.602

(e) DP_5

Рис. 1. Развитие таблицы ДП в *Rollback*

Возьмём, к примеру, обработку t_3 . Так как t_3 независим от t_2 и t_1 , это Случай 2.

Следовательно, последнюю колонку в DP_2 (col_2) необходимо заново ассоциировать с $t_{e_{id}(t_2)} = t_{e_{c_2}}$ в E_3 . В DP_3 ,

$$col_2.part_{id} = id(t_2) = 2,$$

$$\text{col}_2.\text{prob} = \sum_{\substack{t_{j''} \in C_2 \\ 1 \leq j'' \leq 2}} p(t_2) = 0.1.$$

Последний столбец в DP_3 (col_3) ассоциирован с событийным кортежем t_{e_i} , сгенерированным по Правилу 1

$$\begin{aligned} \text{col}_3.\text{part}_{\text{id}} &= \text{id}(t_3) = 3, \\ \text{col}_3.\text{prob} &= p(t_3) = 0.2. \end{aligned}$$

По аналогии с DP_2 , первый столбец со сменой описания в DP_3 – это col_3 . Таблицу ДП необходимо пересчитать по возрастающей от col_3 (включительно). В данном случае пересчёт ограничен одним col_3 . Хотя описание col_2 не меняется от DP_2 к DP_3 , её значение меняется. В DP_2 колонка col_2 ассоциирована с t_{e_i} из E_2 .

В Случае 1 и Случае 2 событийный кортеж, который необходимо «стереть», есть E_i , т.е. t_{e_i} , ассоциирован с последним столбцом в DP_i . В Случае 3, согласно Уравнению (6), необходимо «стереть» из E_i событийный кортеж t_{e_c} , как и t_{e_i} . Предположим $t_{e_{\text{Cid}(t_{i+1})}}$ ассоциирован с col_j DP_3 :

$$\text{col}_1, \dots, \text{col}_{j-1}, \text{col}_j, \text{col}_{j+1}, \dots, \text{col}_{\text{cur}-1}, \text{col}_{\text{cur}}$$

что соответствует

$$t_{e_{C_{i1}}}, \dots, t_{e_{C_{i,j-1}}}, t_{e_{C_{ij}}}, t_{e_{C_{i,j+1}}}, \dots, t_{e_{C_{i,\text{cur}-1}}}, t_{e_{C_i}}$$

в E_i соответственно. Очевидно, $i_j = \text{id}(t_{i+1})$. По уравнению (6),

$$E_{i+1} = \{ t_{e_{C_{i1}}}, \dots, t_{e_{C_{i,j-1}}}, t_{e_{C_{ij}}}, t_{e_{C_{i,j+1}}}, \dots, t_{e_{C_{i,\text{cur}-1}}}, t_{e_{\text{Cid}(t_i)}}, t_{e_{t_i}} \}$$

По Утверждению 2, до тех пор пока t_{e_i} ассоциируется с последним столбцом DP_{i+1} , порядок ассоциации столбцов по другим кортежам E_{i+1} не важен для подсчета вероятности «к лучших всюду» для t_i . Адаптируя порядок ассоциации колонок так, например, что

$$t_{e_{C_{i1}}}, \dots, t_{e_{C_{i,j-1}}}$$

представлены в DP_{i+1} , могут быть повторно использованы первые $j-1$ столбцов, уже подсчитанных в DP_i . В нашем вычислении DP, значения в столбцах зависят от значения в предыдущем столбце. Если меняются данные в столбце col_j , каждый столбец $\text{col}_{j'}$, $j' > j$ должен быть пересчитан. Таким образом, пересчет оценки одинаков для любого порядка ассоциации столбцов

$$t_{e_{C_{i,j+1}}}, \dots, t_{e_{C_{i,\text{cur}-1}}}, t_{e_{\text{Cid}(t_i)}}$$

В *Rollback* используется данный порядок в качестве порядка ассоциации столбцов. По факту, название данной оптимизации, *Rollback*, означает, что мы “откатываем назад” вычисления в таблице DP, пока мы меняем col_j и пересчитываем все столбцы с индексом равным или больше j .

Пример 8. Продолжая Пример 7, рассмотрим обработку t_5 . t_5 независима от t_4 , пока t_5 и t_2 исключительны. Таким образом, выполнено Условие 3.

Вначале локализуем col_j , ассоциированный с $t_{e_{Cid(t_5)}} = t_{e_{C_2}}$ в DP_4 . В этом случае, это col_1 . Тогда откатываем все к col_1 в DP_4 , стирая каждый столбец, включая col_1 . Как $col_j = col_1$, так, не существует столбцов из DP_4 тогда можно повторно использовать DP_5 . Далее пересчитываем $col_{j'}$, $j \leq j'$, в DP_5 , который ассоциирован с $t_{e_{C_3}}$ и $t_{e_{Cid(t_4)}} = t_{e_{C_1}}$. В общем случае, col_2 в DP_5 ассоциирован с $t_{e_{C_1}}$. Таким образом,

$$col_2.part_id = 1,$$

$$col_2.prob = \sum_{\substack{t_{j''} \in C_1 \\ 1 \leq j'' \leq 4}} p(t_{j''}) = p(t_1) + p(t_4) = 0.3 + 0.4 = 0.7.$$

Последний столбец в DP_5 ассоциирован с набором событий t_{et5} и сгенерирован по Правилу 1 в E_5 .

Из пяти кортежей обработка t_1 , t_2 , t_3 относится к Случаю 2, а обработка t_4 , t_5 – к Случаю 3. Когда пересчитываем таблицу ДП, событийные кортежи, ассоциированные со столбцами, происходят из вынужденного событийного отношения, а потому независимы. Таким образом, каждый раз таблица ДП просчитывается таким же образом, как и таблица ДП в Примере 5.

Наконец, сохраняется «2 лучших всюду» вероятность каждого кортежа (из изначального вероятностного отношения) в очереди приоритетов. Когда заканчиваются обрабатываться все кортежи, получаем двух «победителей» «2 лучших». В данном примере очередь приоритетов обновляется каждый раз, когда получаем запись, выделенную жирным шрифтом. «Победителями» являются t_5 и t_4 с «2 лучших всюду» вероятностью 0,602 и 0,392 соответственно.

RollbackSort. Для операции отката в Случае 3 из *Rollback*, определим её *глубину* как число столбцов, пересчитанных откатом, исключая последний столбец. Например, когда обрабатываем t_5 в Примере 8, столбцы col_1 , col_2 и col_3 пересчитываются в DP_5 . Следовательно, *глубина* этой операции отката – это $3 - 1 = 2$.

Напомним, что в Случае 3 из *Rollback*, используем произвольный порядок

$$t_{e_{C_{i+1}}}, \dots, t_{e_{C_{i_{cur}-1}}}, t_{e_{Cid(ti)}}$$

чтобы обработать событийные кортежи в DP_{i+1} . Расчет «к лучших всюду» в E_{i+1} не придает этим кортежам конкретного порядка. Любой вариант порядка одинаково верен. Смысл *RollbackSort* в том, что удастся найти вариант, который уменьшит *глубину* возможных будущих операций отката, при наличии дополнительной статистики для вероятностного отношения R^p , а именно количество кортежей в каждой части раздела. Теоретически, это требует дополнительного прохода по отношению, чтобы просчитать статистику. На

практике, однако, этот дополнительный проход часто не нужен, потому что статистику можно заранее просчитать и сохранить.

В *RollbackSort*, если текущая ситуация соответствует Случаю 3, производим стабильную сортировку для

$$t_{e_{C_{i,j+1}}}, \dots, t_{e_{C_{i,cur-1}}}, t_{e_{C_{id}(t_i)}}$$

в неубывающем порядке количества непросмотренных кортежей в её соответственной части, и используем получившийся порядок, чтобы обработать эти событийные кортежи. Смысл в том, что каждый непросмотренный кортеж потенциально может запустить операцию отката. Переместив событийный кортеж с наибольшим количеством непросмотренных кортежей ближе к концу текущей таблицы ДП, можно сократить глубину будущих операций отката. Чтобы провести эту сортировку, добавляем ещё один компонент *unseen* к описанию каждого из столбцов для обозначения непросмотренных кортежей.

Пример 9. Заново решаем задачу из Примера 7 и Примера 8, используя *RollbackSort*. Теперь описание каждого столбца принимает вид (*part id*, *prob*, *unseen*). Изменение Таблицы ДП показано на Рис. 2. В *RollbackSort* доступна статистика для всех частей: 2 кортежа в C_1 , 2 кортежа в C_2 и один кортеж в C_3 .

k/col	col ₁ (1, 0.3)	k/col	col ₁ (1, 0.3)	col ₂ (2, 0.1)	k/col	col ₁ (1, 0.3)	col ₂ (2, 0.1)	col ₃ (3, 0.2)
0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0.3	1	0.3	0.07	1	0.3	0.07	0.126
2	0.3	2	0.3	0.1	2	0.3	0.1	0.194

(a) DP₁ (b) DP₂ (c) DP₃

k/col	col ₁ (2, 0.1)	col ₂ (3, 0.2)	col ₃ (1, 0.4)	k/col	col ₁ (3, 0.2)	col ₂ (1, 0.7)	col ₃ (2, 0.7)
0	0	0	0	0	0	0	0
1	0.1	0.18	0.288	1	0.2	0.56	0.168
2	0.1	0.2	0.392	2	0.2	0.7	0.602

(d) DP₄ (e) DP₅

Рис. 2. изменение таблицы ДП в *RollbackSort*

Рассмотрим обработку t_1 в DP₁. Так как есть лишь один кортеж t_1 из C_1 , в будущем появится ещё один не просмотренный кортеж из C_1 . Следовательно, $col_1.unseen = 1$. Все другие описания *unseen* просчитываются аналогично.

При обработке t_4 (Случай 3) столбец, ассоциированный с $t_{e_{C_{id}(t_4)}}$ в DP₃ – это col₁.

Откатываемся до col_1 , как и раньше, и пересчитываем все столбцы в DP_4 по возрастающей. Пересчёт производится в порядке t_{ec3} , t_{ec2} , в отличие от порядка t_{ec2} , t_{ec3} , использованного в Примере 8 (Рис. 1 (4)). У C_2 есть ещё один не просмотренный кортеж, который может запустить операцию отката, пока нет других, не просмотренных кортежей C_3 . Преимущество этого порядка становится очевидно, когда обрабатывается t_5 . Нужно лишь откатить col_2 в DP_4 . Глубина этой операции отката равна 1. Напомним, что *глубина* той же операции отката в Примере 8 равна 2. Иными словами, избавляемся от необходимости просчёта 1 столбца, применив *RollbackSort*.

Библиографический список

1. Ачкасов А.В., Кравец О.Я. Проблемы оценки запросов типа «k лучших» в вероятностных базах данных// Экономика и менеджмент систем управления, №2.3(16), 2015. – С. 320-329.
2. Ачкасов А.В., Кравец О.Я., Подвальный Е.С. Моделирование минимизации межинтерфейсных потерь при многофазном проектировании// Радиотехника. 2014. № 3. С. 116-119.
3. Ачкасов А.В., Кравец О.Я., Скляр В.В. Повышение эффективности функционирования единого корпоративного информационного пространства с использованием мультиверсионной обработки данных// Системы управления и информационные технологии. 2014. Т. 55. № 1. С. 43-47.
4. Ачкасов А.В., Минаков Л.М. Математическое и программное обеспечение исследования межмодульных интерфейсов информационных систем// Экономика и менеджмент систем управления. 2014. Т. 12. № 2.3. С. 348-354.
5. Ачкасов А.В., Смерек В.А., Подвальный С.Л. Проектирование математического и программного обеспечения отказоустойчивых сложных функциональных блоков микроэлектроники специального назначения/ под ред. С.Л.Подвального. - Воронеж, 2014.
6. Пашковская Е.С., Пашковский М.Е., Барабанов А.В., Ачкасов А.В. Разработка модели базы данных распределенной системы оценки стойкости полупроводниковых изделий в защищенном исполнении// Вестник Воронежского государственного технического университета. 2014. Т. 10. № 4. С. 22-24.
7. Fagin, R., Lotem, A., Naor, M.: Optimal aggregation algorithms for middleware. In: PODS. (2001).
8. Soliman, M.A., Ilyas, I.F., Chang, K.C.C.: Probabilistic top- and ranking-aggregate queries. ACM Trans. Database Syst. 33(3) (2008).
9. Hua, M., Pei, J., Zhang, W., Lin, X.: Ranking queries on uncertain data: a probabilistic threshold approach. In: SIGMOD Conference. (2008) 673–686.
10. Bruno, N., Wang, H.: The threshold algorithm: From middleware systems to the relational engine. IEEE Trans. Knowl. Data Eng. 19(4) (2007) 523–537.

~ A.V.Achkasov, O.Ja.Kravets

Estimation of requests like "k of the best"

~ **Abstract.** In work problems of an assessment of requests like "k of the best" in probabilistic databases are provided. Simple probabilistic databases in

which probabilities are connected with separate trains, and regular probabilistic databases in which, besides, it is possible to provide the excluding relations between trains are considered.

Keywords: Assessment of requests, probabilistic DB, train

УДК 004.827

Е.Р. Бабенко, О.С. Абраменко, Н.А. Седова

ФБОУ ВПО «Морской государственный университет им. адм. Г.И. Невельского», Владивосток, Россия

РЕАЛИЗАЦИЯ В МАТЛАБ ЭЛЕМЕНТОВ ТЕОРИИ НЕЧЁТКИХ МНОЖЕСТВ

Аннотация. В статье рассматриваются разработанные в Matlab интерфейсы, позволяющие в удобной форме вводить параметры нечётких множеств, матрицы бинарных нечётких отношений и значения степеней истинности нечётких высказываний для последующего определения различных операций над ними.

Ключевые слова: Нечёткое множество, функция принадлежности, унарная операция, бинарная операция, нечёткое отношение, композиция нечётких отношений, нечёткое высказывание.

Теория нечётких множеств в Matlab авторами реализована в виде трёх интерфейсов. Первый интерфейс позволяет задавать параметрическим способом функции принадлежности двух нечётких множеств [1-3] с визуализацией их графического представления, определять унарные и бинарные операции над ними с демонстрацией графика результата. Реализована возможность задания следующих функций принадлежности: в виде разности двух сигмоидных функций принадлежности, двухсторонняя кривая Гаусса, кривая Гаусса, колоколообразная функция принадлежности, П-образная функция принадлежности, в виде произведения двух сигмоидных функций принадлежности, S-образная функция принадлежности, сигмоидная функция принадлежности, трапециевидная функция принадлежности, треугольная функция принадлежности, Z-образная функция принадлежности. В качестве операций над нечёткими множествами реализованы: дополнение первого нечёткого множества, дополнение второго нечёткого множества, max-объединение, min-пересечение, алгебраическое объединение, алгебраическое пересечение, граничное объединение, граничное пересечение, разность, симметрическая разность, дизъюнктивная сумма, операция α -суммы, умножение на число и возведение в степень каждого нечёткого множества. На рисунке 1 представлено окно первого интерфейса с

нечёткими множествами, заданными на универсальном множестве [1, 10] П-образными функциями принадлежности, на которые действует операция алгебраического объединения.

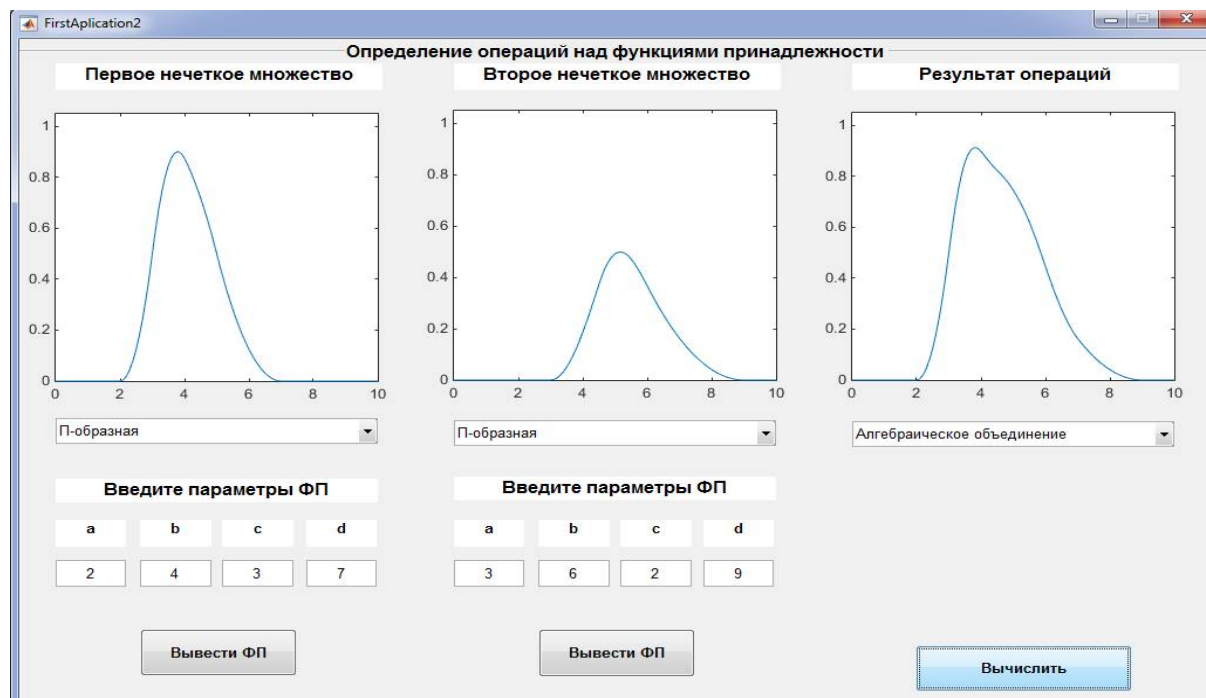


Рис. 1. Алгебраическое объединение двух нечётких множеств

Второй интерфейс позволяет задавать матричным способом бинарные нечёткие отношения [4, 5], определять унарные и бинарные операции над ними, включая композицию, а также визуализировать в виде трёхмерного изображения результат операции над бинарными нечёткими отношениями.

В качестве операций над бинарными нечёткими отношениями реализованы: max-объединение, min-пересечение, разность, симметрическая разность, дополнение, алгебраическое объединение, алгебраическое пересечение, граничное объединение, граничное пересечение, операция α -суммы, умножение на число, возведение в степень, дизъюнктивная сумма. Реализованы следующие формулы для расчёта композиции: максиминная, минимаксная, max-prod, максимаксная, миниминная, max-average, логистическая (сигмоидная), полулинейная с насыщением, треугольная, радиально-базисная (Гауссова). На рисунке 2 представлено окно второго интерфейса, в котором введены два бинарных нечётких отношения и определена операция граничного объединения с визуализацией трехмерного результата. На рисунке 3 представлено матричное представление двух бинарных нечётких отношений разных размерностей, и определена операция максимаксной композиции с трёхмерным представлением результата.

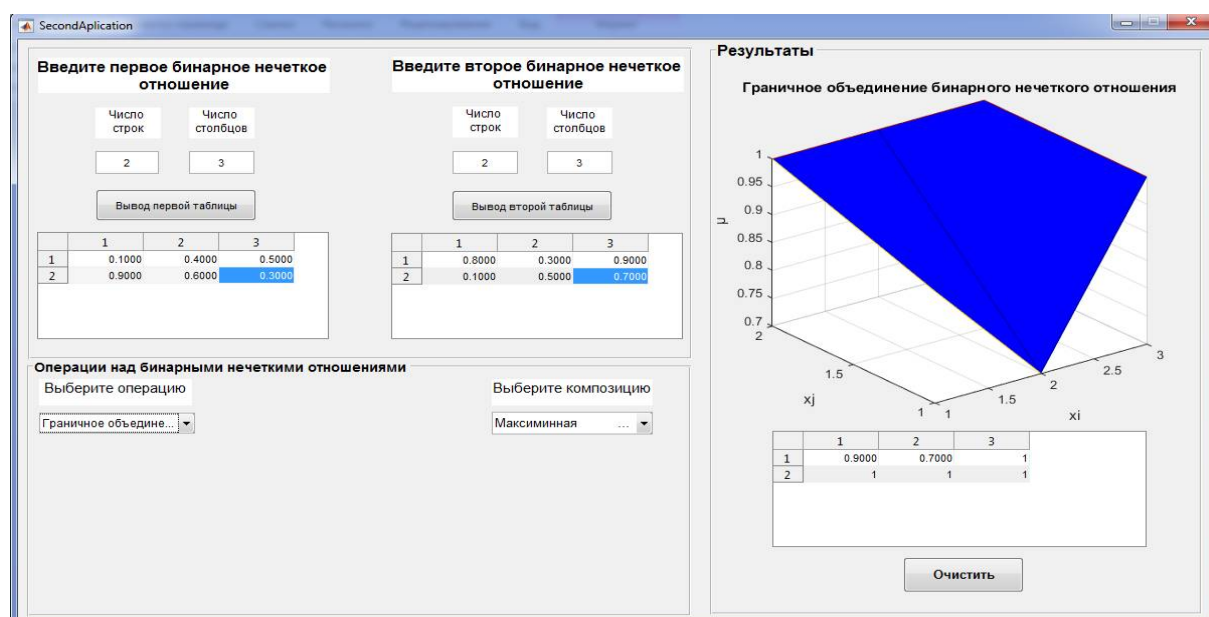


Рис. 2. Граничное объединение бинарных нечётких отношений

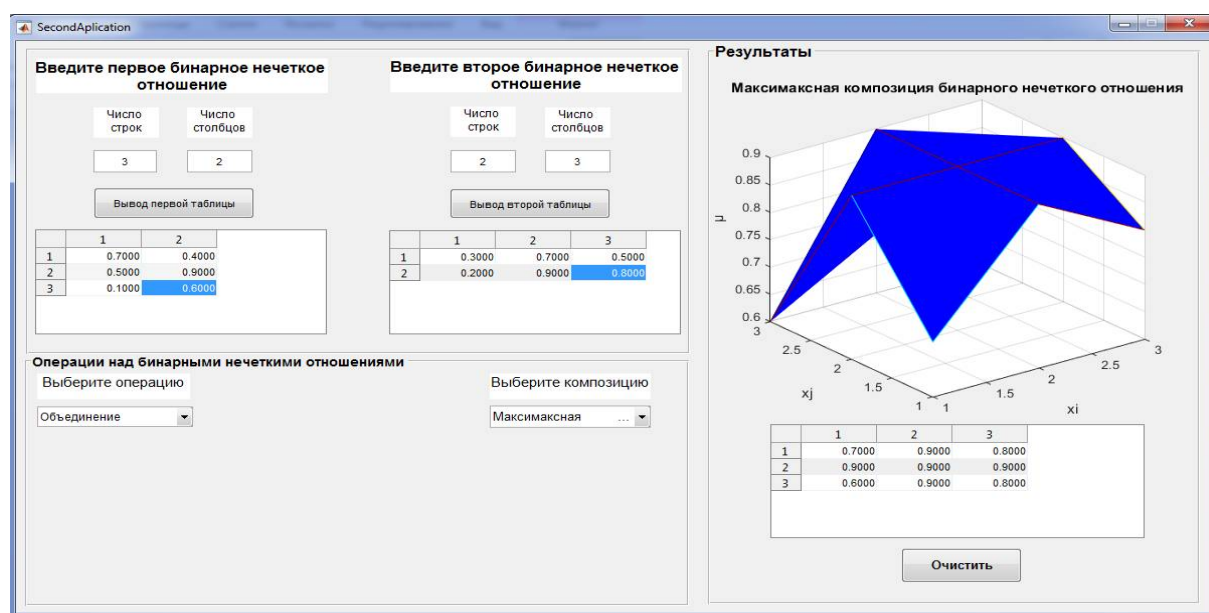


Рис. 3. Максимальная композиция бинарных нечётких отношений

Третий интерфейс позволяет вводить значения степеней истинности двух нечётких высказываний и определять следующие операции над ними: отрицание каждого нечёткого высказывания, конъюнкция, дизъюнкция, алгебраическая конъюнкция, алгебраическая дизъюнкция, граничная конъюнкция, граничная дизъюнкция, импликация по формуле Л. Заде, импликация по формуле Э. Мамдани, импликация по формуле Я. Лукасевича, импликация по формуле Дж. Гогена, эквивалентность.

ThirdApplication

Определение степени истинности двух нечетких высказываний

Введите степень истинности первого нечеткого высказывания

0.9

Введите степень истинности второго нечеткого высказывания

0.6

Выберите операцию

Эквивалентность

Результат

0.6

Очистить

Рис. 4. Эквивалентность нечётких высказываний

В дальнейшем планируется разработка дополнительных интерфейсов для других элементов теории нечётких множеств, например, для определения результатов операций над нечёткими числами и построение в Matlab графов бинарных нечётких отношений.

Библиографический список

1. Кравец О.Я., Подвальный С.Л. Проблематика современных научных исследований в публикациях журнала «Системы управления и информационные технологии» в первом квартале 2009 года // Информационные технологии моделирования и управления. 2009. № 6 (58). С. 800-815.
2. Подвальный С.Л., Кравец О.Я. Проблематика современных научных исследований в публикациях журнала «Системы управления и информационные технологии» в третьем квартале 2008 года // Информационные технологии моделирования и управления. 2009. № 5 (57). С. 677-692.
3. Черный С.Г., Доровской В.А. Модель оптимизации нечётких процессов принятия решений диагностики морского оборудования // Автоматизация процессов управления. 2014. № 3 (37). С. 89-94.
4. Винокуров А.С., Белов И.В., Баженов Р.И. Использование метода нечёткого отношения предпочтения для принятия оптимального решения по выбору цифрового фотоаппарата // Современная техника и технологии. 2014. № 11 (39). С. 37-44.
5. Чёрный С.Г., Жиленков А.А. Интеллектуальная поддержка принятия решений при оптимальном управлении для судовых электроэнергетических систем // Вестник государственного морского университета им. адмирала Ф.Ф. Ушакова. 2014. № 2 (7). С. 29-33.

~ E.R. Babenko, O.S. Abramenko, N.A. Sedova

~ Elements of the fuzzy sets theory in Matlab

~ **Abstract.** The Matlab interfaces that allow inputting in a convenient manner the parameters of fuzzy sets, matrix binary fuzzy relations and fuzzy value of truth of fuzzy statements are presented in the article.

УДК 534.222:534.524**В.Е. Болнокин, Зыонг Минь Хай, В.И. Сторожев**

ФГУП «Научно-исследовательский и экспериментальный Институт автомобильной электроники и электрооборудования», Москва, Россия.

ГИДРОАКУСТИЧЕСКОЕ ЭКРАНИРОВАНИЕ СЛОЕМ ИЗ АНИЗОТРОПНОГО ФУНКЦИОНАЛЬНО ГРАДИЕНТНОГО МАТЕРИАЛА С ЭКСПОНЕНЦИАЛЬНО-СТЕПЕННОЙ ТОЛЩИННОЙ НЕОДНОРОДНОСТЬЮ

Аннотация. В статье рассматривается теоретическая методика исследования эффектов трансформации волны гидроакустического давления, падающей на граничную поверхность анизотропного слоя из функционально градиентного материала с толщинной неоднородностью экспоненциально-степенного типа, в поле упругих волн смешанного типа и соответствующего снижения меры взаимодействия слоя с внешней акустической средой на его противоположной грани.

Ключевые слова: экранирование гидроакустических волн, низкосимметричный функционально-неоднородный анизотропный слой, экспоненциально-степенная толщинная неоднородность, эффекты трансформации волн акустического давления в смешанные упругие волны.

Введение. Проблемы виброакустической защиты подводных объектов, проектирования защитных гидроакустических покрытий, разработки способов акустического экранирования виброизлучающих объектов и гидроакустических антенн, расположенных в жидкой среде, в течение весьма длительного периода времени представляют первоочередной интерес для многих научно-технических отраслей [3, 5 – 9, 20]. Принципиальные схемы функционирования и методы технологических расчетов нескольких типов таких покрытий и экранирующих элементов многослойной структуры с эластичными демпфирующими составляющими представлены в работах [1, 4, 10, 11, 19]. Новые возможности в их разработке открывает использование низкосимметричных анизотропных конструкционных материалов, а также нового современного класса функционально градиентных неоднородных материалов [13 – 18].

В этой связи в настоящей работе рассматривается концепция использования конструкционного элемента в виде анизотропного деформируемого слоя из функционально градиентного материала с толщинной неоднородностью экспоненциально-степенного типа для гидроакустического экранирования в жидкой среде. Используемым в данной

модели физико-механическим эффектом является механизм генерирования поля связанных продольно-сдвиговых волн деформаций в слое под действием гидроакустических волн давления.

Применительно к такому механизму в работе рассматривается теоретическая численно-аналитическая методика исследования эффектов трансформации волнового давления акустической среды, приложенного к одной из граничных поверхностей слоя из низкосимметричного анизотропного функционально градиентного материала с толщинной неоднородностью экспоненциально-степенного типа, в поле волн деформаций смешанного типа с доминирующими поперечными составляющими колебательных смещений с целью снижения степени взаимодействия слоя с внешней акустической средой на второй граничной поверхности. Концепция эффекта экранирования описывается расчетной моделью возбуждения волн деформаций в деформируемом слое из низкосимметричного анизотропного функционально градиентного материала с толщинной неоднородностью экспоненциально-степенного типа, контактирующем по граням с разнотипными изотропными акустическими средами.

Постановка задачи. Рассматривается плоскопараллельный анизотропный упругий слой триклинной системы из функционально градиентного материала с толщинной неоднородностью экспоненциально-степенного типа, занимающий в пространстве прямоугольных декартовых координат $Ox_1x_2x_3$ область $V_L = \{(x_1, x_2) \in R^2, x_3 \in [-h, 0]\}$. Физико-механические свойства функционально-неоднородного материала слоя характеризуются функцией плотности $\tilde{\rho}(x_3) = \rho \cdot \exp(\lambda x_3^p)$ и компонентами функциональной матрицы характеристик упругости $\tilde{c}_{ij}(x_3) = c_{ij} \cdot \exp(\lambda x_3^p)$, $c_{ij} = c_{ji}$ ($i, j = \overline{1,6}; p \geq 2$). Подобласти вне слоя

$$V_F^{(-)} = \{(x_1, x_2) \in R^2, x_3 \in (-\infty, -h)\},$$

$$V_F^{(+)} = \{(x_1, x_2) \in R^2, x_3 \in (0, \infty)\} \quad (1)$$

заполнены акустическими средами в виде слабосжимаемой идеальной жидкости. Указанные акустические среды характеризуются параметрами плотности в невозмущенном состоянии $\rho_0^{(-)}, \rho_0^{(+)}$ и модулями сжимаемости при адиабатических процессах $\kappa^{(-)}, \kappa^{(+)}$.

Краевая задача о прохождении стационарных волн заданной частоты по рассматриваемой составной гидроупругой структуре вдоль ортогонального плоскости слоя направления Ox_3 , включает полную систему уравнений динамического деформирования для слоя анизотропного функционально

градиентного материала с толщинной неоднородностью экспоненциально-степенного типа

$$\partial_1 \tilde{\sigma}_{1j} + \partial_2 \tilde{\sigma}_{2j} + \partial_3 \tilde{\sigma}_{3j} - \tilde{\rho} \partial_t^2 \tilde{u}_j = 0 \quad (j = \overline{1,3}); \quad (2)$$

$$\vec{\sigma} = \|\tilde{c}_{ij}\| \vec{\varepsilon}, \quad (3)$$

$$\vec{\sigma} = \{\tilde{\sigma}_{11}, \tilde{\sigma}_{22}, \tilde{\sigma}_{33}, \tilde{\sigma}_{23}, \tilde{\sigma}_{13}, \tilde{\sigma}_{12}\},$$

$$\vec{\varepsilon} = \{\partial_1 \tilde{u}_1, \partial_2 \tilde{u}_2, \partial_3 \tilde{u}_3, \partial_2 \tilde{u}_3 + \partial_3 \tilde{u}_2, \partial_1 \tilde{u}_3 + \partial_3 \tilde{u}_1, \partial_1 \tilde{u}_2 + \partial_2 \tilde{u}_1\};$$

уравнения волновых процессов [12] для акустических сред в областях $V_F^{(-)}$ и $V_F^{(+)}$

$$\Delta \varphi^{(\pm)} = (c_0^{(\pm)})^{-2} \partial_t^2 \varphi_0^{(\pm)}, \quad (4)$$

$$\vec{v}^{(\pm)} = -\text{grad } \varphi^{(\pm)}, \quad (5)$$

$$p^{(\pm)} = \rho_0^{(\pm)} \partial_t \varphi^{(\pm)}, \quad (6)$$

а также краевые условия на поверхностях контакта слоя с акустическими средами

$$\Gamma_- = \{(x_1, x_2) \in \mathbb{R}^2, x_3 = -h\}, \Gamma_+ = \{(x_1, x_2) \in \mathbb{R}^2, x_3 = 0\}, \quad (7)$$

которые отражают конкретные гипотезы о характере анализируемого волнового процесса. В соотношениях (2) – (6) $\tilde{u}_j$ – компоненты комплексного вектора упругих волновых перемещений $\tilde{u} = \{u_1, u_2, u_3\}$; $\tilde{\sigma}_{ij}$ – компоненты тензора динамических напряжений; $\varphi^{(\pm)}$ – потенциалы акустических волновых полей; $\vec{v}^{(\pm)}$ – векторы скоростей волновых смещений частиц акустических сред; $p^{(\pm)}$ – характеристики давлений в соответствующих акустических средах; $c_0^{(\pm)} = (\kappa^{(\pm)} \rho_0^{(\pm)})^{-1/2}$ – фазовые скорости бездисперсных акустических волн; $\partial_j = \partial / \partial x_j$; $\partial_t = \partial / \partial t$.

Теоретический алгоритм анализа модели. В рассматриваемом случае полагается, что из глубины заполненной акустической средой полубесконечной области $V_F^{(-)}$ на поверхность раздела Γ_- падает плоская монохроматическая волна давления с циклической частотой ω и комплексным потенциалом, имеющим представление

$$\varphi_{01}^{(-)} = P_{01}^{(-)} \cdot \exp(-i(\omega t - k_F^{(-)} x_3)), \quad (8)$$

в котором $P_{01}^{(-)}$ – задаваемый амплитудный параметр, $k_F^{(-)}$ – волновое число бездисперсной акустической волны в среде, заполняющей область $V_F^{(-)}$. В результате падения данной волны на поверхность слоя Γ_- в акустической среде генерируется отраженная волна с представлением

$$\varphi_{02}^{(-)} = P_{02}^{(-)} \cdot \exp(-i(\omega t + k_F^{(-)} x_3)), \quad (9)$$

а в слое V_L возбуждается ориентированная в его толщинном направлении плоская смешанная трехпарциальная упругая волна с исходными комплексными представлениями для функций волновых упругих перемещений

$$\tilde{u}_j = u_{j\alpha}(x_3) \exp(-i\omega t). \quad (10)$$

Модифицированные определяющие соотношения для материала слоя в рассматриваемом случае имеют вид

$$\begin{aligned} \tilde{\sigma}_{11} &= \tilde{c}_{15} \partial_3 \tilde{u}_1 + \tilde{c}_{14} \partial_3 \tilde{u}_2 + \tilde{c}_{13} \partial_3 \tilde{u}_3, \quad (11) \\ \tilde{\sigma}_{22} &= \tilde{c}_{25} \partial_3 \tilde{u}_1 + \tilde{c}_{24} \partial_3 \tilde{u}_2 + \tilde{c}_{23} \partial_3 \tilde{u}_3, \\ \tilde{\sigma}_{33} &= \tilde{c}_{35} \partial_3 \tilde{u}_1 + \tilde{c}_{34} \partial_3 \tilde{u}_2 + \tilde{c}_{33} \partial_3 \tilde{u}_3, \\ \tilde{\sigma}_{23} &= \tilde{c}_{45} \partial_3 \tilde{u}_1 + \tilde{c}_{44} \partial_3 \tilde{u}_2 + \tilde{c}_{43} \partial_3 \tilde{u}_3, \\ \tilde{\sigma}_{13} &= \tilde{c}_{55} \partial_3 \tilde{u}_1 + \tilde{c}_{54} \partial_3 \tilde{u}_2 + \tilde{c}_{53} \partial_3 \tilde{u}_3, \\ \tilde{\sigma}_{12} &= \tilde{c}_{65} \partial_3 \tilde{u}_1 + \tilde{c}_{64} \partial_3 \tilde{u}_2 + \tilde{c}_{63} \partial_3 \tilde{u}_3. \end{aligned}$$

При использовании представлений вида (10) определению из модифицированных уравнений движения (2) подлежат составляющие $u_{j\alpha}(x_3)$, которые, соответственно, являются решениями системы обыкновенных дифференциальных уравнений

$$\begin{aligned} &c_{55} \partial_3^2 u_{1\alpha} + c_{54} \partial_3^2 u_{2\alpha} + c_{53} \partial_3^2 u_{3\alpha} + \quad (12) \\ &+ c_{55} \lambda p x_3^{p-1} \partial_3 u_{1\alpha} + c_{54} \lambda p x_3^{p-1} \partial_3 u_{2\alpha} + c_{53} \lambda p x_3^{p-1} \partial_3 u_{3\alpha} + \rho \omega^2 u_{1\alpha} = 0, \\ &c_{45} \partial_3^2 u_{1\alpha} + c_{44} \partial_3^2 u_{2\alpha} + c_{43} \partial_3^2 u_{3\alpha} + \\ &+ c_{45} \lambda p x_3^{p-1} \partial_3 u_{1\alpha} + c_{44} \lambda p x_3^{p-1} \partial_3 u_{2\alpha} + c_{43} \lambda p x_3^{p-1} \partial_3 u_{3\alpha} + \rho \omega^2 u_{2\alpha} = 0, \\ &c_{35} \partial_3^2 u_{1\alpha} + c_{34} \partial_3^2 u_{2\alpha} + c_{33} \partial_3^2 u_{3\alpha} + \\ &+ c_{35} \lambda p x_3^{p-1} \partial_3 u_{1\alpha} + c_{34} \lambda p x_3^{p-1} \partial_3 u_{2\alpha} + c_{33} \lambda p x_3^{p-1} \partial_3 u_{3\alpha} + \rho \omega^2 u_{3\alpha} = 0, \end{aligned}$$

удобно записываемой в матрично-векторной форме

$$[M_C \partial_3^2 + \lambda p M_C x_3^{p-1} \partial_3 + M_\Omega] \vec{u}_\alpha(x_3) = 0, \quad (13)$$

где

$$M_C = \begin{pmatrix} c_{55} & c_{54} & c_{53} \\ c_{45} & c_{44} & c_{43} \\ c_{35} & c_{34} & c_{33} \end{pmatrix}, \quad M_\Omega = \begin{pmatrix} \rho\omega^2 & 0 & 0 \\ 0 & \rho\omega^2 & 0 \\ 0 & 0 & \rho\omega^2 \end{pmatrix}. \quad (14)$$

В заполненном акустической средой полупространстве $V_F^{(+)}$ генерируется преломленная акустическая волна с исходным комплексным представлением для волнового потенциала

$$\varphi^{(+)} = P_0^{(+)} \cdot \exp(-i(\omega t - k_F^{(+)} x_3)). \quad (15)$$

В случае подстановки исходных представлений (8), (9), (15) для потенциалов акустических волн из уравнения (4) следуют соотношения $k_F^{(\pm)} = \omega / c_0^{(\pm)}$.

Решения системы дифференциальных уравнений (13) при анализе рассматриваемой задачи получены в форме комбинации базисных частных решений $F_{smj}(x_3)$ с неопределенными постоянными коэффициентами A_{sm}

$$u_{j\alpha}(x_3) = \sum_{s=0}^1 \sum_{m=1}^3 A_{sm} F_{smj}(x_3). \quad (16)$$

Базисные решений построены в сходящихся векторно-степенных рядах с представлениями

$$\vec{F}_{sm}(x_3) = \{F_{sm1}(x_3), F_{sm2}(x_3), F_{sm3}(x_3)\} = \sum_{n=s}^{\infty} \vec{D}_n^{(sm)} x_3^n \quad (17)$$

в результате интегрирования (13). Векторные коэффициенты в представлениях (17) определяются системой рекуррентных соотношений:

$$\begin{aligned} \vec{D}_{n+2}^{(s,m)} &= -((n+2)(n+1))^{-1} M_C^{-1} [M_\Omega \vec{D}_n^{(s,m)} + \lambda p(n+2-p) \vec{D}_{n+2-p}^{(s,m)}] \quad (18) \\ (p \geq 2; s = \overline{0,1}; m = \overline{1,3}; n = \overline{s, \infty}); \\ \vec{D}_n^{(0,m)} &= 0 \quad (n < 0); \quad \vec{D}_n^{(1,m)} = 0 \quad (n < 1); \end{aligned}$$

$$\vec{D}_0^{(01)} = \vec{D}_1^{(11)} = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}, \vec{D}_0^{(02)} = \vec{D}_1^{(12)} = \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix}, \vec{D}_0^{(03)} = \vec{D}_1^{(13)} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix}. \quad (19)$$

Соответствующие данным представлениям $\tilde{u}_j$ выражения для амплитудных характеристик напряжений $\tilde{\sigma}_{3j}$ имеют структуру

$$\sigma_{3j} = \sum_{s=0}^1 \sum_{m=1}^3 A_{sm} (c_{6-j,5} F'_{sm1}(x_3) + c_{6-j,4} F'_{sm2}(x_3) + c_{6-j,3} F'_{sm3}(x_3)). \quad (20)$$

Краевые условия на поверхностях Γ_- и Γ_+ контакта слоя с акустическими средами в рассматриваемом случае по предположению имеют вид

$$\begin{aligned} (\tilde{\sigma}_{31})_{x_3=-h} &= (\tilde{\sigma}_{32})_{x_3=-h} = (\tilde{\sigma}_{31})_{x_3=0} = (\tilde{\sigma}_{32})_{x_3=0} = 0, \quad (21) \\ (\tilde{\sigma}_{33} + p^{(-)})_{x_3=-h} &= 0, \quad (\tilde{\sigma}_{33} + p^{(+)})_{x_3=0} = 0, \\ (\partial_t \tilde{u}_3 - v_3^{(-)})_{x_3=-h} &= 0, \quad (\partial_t \tilde{u}_3 - v_3^{(+)})_{x_3=0} = 0, \end{aligned}$$

где $p^{(\pm)}$ и $v_3^{(\pm)}$ – характеристики давлений в акустических средах и компоненты векторов скоростей движения частиц акустических сред в соответствующих областях

$$\begin{aligned} p^{(+)} &= -i\omega\rho_0^{(+)}P_0^{(+)} \cdot \exp(-i(\omega t - k_F^{(+)}x_3)), \quad (22) \\ p^{(-)} &= -i\omega\rho_0^{(-)}(P_{01}^{(-)} \cdot \exp(-i(\omega t - k_F^{(-)}x_3)) + P_{02}^{(-)} \cdot \exp(-i(\omega t + k_F^{(-)}x_3))); \\ v_3^{(+)} &= -\partial_3\varphi^{(+)} = -ik_F^{(+)}P_0^{(+)} \cdot \exp(-i(\omega t - k_F^{(+)}x_3)), \quad (23) \\ v_3^{(-)} &= -\partial_3(\varphi_{01}^{(-)} + \varphi_{02}^{(-)}) = -ik_F^{(-)}P_{01}^{(-)} \cdot \exp(-i(\omega t - k_F^{(-)}x_3)) + \\ &+ ik_F^{(-)}P_{02}^{(-)} \cdot \exp(-i(\omega t + k_F^{(-)}x_3)). \end{aligned}$$

Следствием подстановки представлений (16), (20), (22), (23) в краевые условия (21) является система линейных алгебраических уравнений относительно восьми неопределенных параметров-коэффициентов A_{sm} , $P_0^{(+)}$, $P_{02}^{(-)}$ в указанных представлениях, которая имеет вид

$$\begin{aligned}
& \sum_{s=0}^1 \sum_{m=1}^3 A_{sm} (c_{55} F'_{sm1}(-h) + c_{54} F'_{sm2}(-h) + c_{53} F'_{sm3}(-h)) = 0, \quad (24) \\
& \sum_{s=0}^1 \sum_{m=1}^3 A_{sm} (c_{45} F'_{sm1}(-h) + c_{44} F'_{sm2}(-h) + c_{43} F'_{sm3}(-h)) = 0, \\
& \sum_{s=0}^1 \sum_{m=1}^3 A_{sm} (c_{55} F'_{sm1}(0) + c_{54} F'_{sm2}(0) + c_{53} F'_{sm3}(0)) = 0, \\
& \sum_{s=0}^1 \sum_{m=1}^3 A_{sm} (c_{45} F'_{sm1}(0) + c_{44} F'_{sm2}(0) + c_{43} F'_{sm3}(0)) = 0, \\
& \sum_{s=0}^1 \sum_{m=1}^3 A_{sm} (c_{35} F'_{sm1}(-h) + c_{34} F'_{sm2}(-h) + c_{33} F'_{sm3}(-h)) + \\
& + (-i\omega\rho_0^{(-)})P_{02}^{(-)} e^{(ik_F^{(-)}-\lambda)h} = (i\omega\rho_0^{(-)})P_{01}^{(-)} e^{-(ik_F^{(-)}+\lambda)h}, \\
& \sum_{s=0}^1 \sum_{m=1}^3 A_{sm} (c_{35} F'_{sm1}(0) + c_{34} F'_{sm2}(0) + c_{33} F'_{sm3}(0)) + (-i\omega\rho_0^{(+)})P_0^{(+)} = 0, \\
& \sum_{s=0}^1 \sum_{m=1}^3 A_{sm} F_{smj}(-h) - ik_F^{(-)} P_{02}^{(-)} e^{(ik_F^{(-)}-\lambda)h} = -ik_F^{(-)} P_{01}^{(-)} e^{-(ik_F^{(-)}+\lambda)h}, \\
& \sum_{s=0}^1 \sum_{m=1}^3 A_{sm} F_{smj}(0) + ik_F^{(+)} P_0^{(+)} = 0.
\end{aligned}$$

Решение системы уравнений (24) позволяет выразить характеристики всех рассматриваемых разнотипных волновых полей через заданный исходный параметр $P_{01}^{(-)}$ в представлении потенциала акустической волны, падающей на границу Γ_- .

Построенное решение для краевой задачи, описывающей рассматриваемую модель, может быть использовано для определения оптимизированных параметров анизотропного упругого слоя с функциональной экспоненциально-степенной толщинной неоднородностью, обеспечивающих максимальную степень реализации механизма акустического экранирования. В качестве критерия качества для рассматриваемой модели следует рассматривать соотношение амплитуд $G(\rho, c_{ij}, \lambda, p, h) = \rho_0^{(+)} P_0^{(+)} / \rho_{01}^{(-)} P_{01}^{(-)}$ акустических давлений в преломленной и исходной падающей акустических волнах. В качестве параметров управления используются физико-механические и геометрические характеристики анизотропного упругого слоя. Оптимальной ситуацией является достижение $\min(\rho_0^{(+)} P_0^{(+)} / \rho_{01}^{(-)} P_{01}^{(-)})$ при ограничениях, накладываемых на совокупности значений c_{ij} [2].

Таким образом, соответствующая задача нелинейной минимизации включает систему условий

$$\partial G(\rho, c_{ij}, \lambda, p, h) / \partial \rho = 0, \partial G(\rho, c_{ij}, \lambda, p, h) / \partial h = 0, \quad (25)$$

$$\partial G(\rho, c_{ij}, \lambda, p, h) / \partial \lambda = 0,$$

$$\partial G(\rho, c_{ij}, \lambda, p, h) / \partial p = 0,$$

$$\partial G(\rho, c_{ij}, \lambda, h) / \partial c_{ij} = 0,$$

а также ограничения на значения фигурирующих в соотношениях модели различных независимых отличных от нуля характеристик упругих постоянных c_{ij} и подлежит исследованию с использованием численно-аналитических алгоритмов. С учетом полученных аналитических представлений для всех промежуточных характеристик анализируемой модели, эффективным приемом решения задачи минимизации является использование специализированных программных приложений, поддерживающих аппараты компьютерной алгебры и методы компьютерного анализа.

Заключение. Результатом описываемых исследований является теоретический анализ модели гидроакустического экрана в виде анизотропного слоя из функционально градиентного материала с экспоненциально-степенной толщинной неоднородностью, в которой используется механизм возбуждения в деформируемом слое поля связанных продольно-сдвиговых упругих волн с целенаправленно варьируемыми соотношениями продольных и поперечных составляющих. При увеличении парциальной величины поперечных составляющих в упругой волне, возбуждаемой в функционально-неоднородном анизотропном слое при нормальном падении акустической волны на одну из его граней, степень взаимодействия слоя с внешней акустической средой на второй граничной поверхности снижается.

Сформулированы соотношения задачи нелинейной минимизации для определения физико-механических и геометрических параметров анизотропного слоя из функционально градиентного материала с экспоненциально-степенной толщинной неоднородностью, обеспечивающих эффект оптимального гидроакустического экранирования.

Библиографический список

1. Авилова Г.М., Тартаковский Б.Д. О возможности расширения температурно-частотной области эффективности трехслойных вибропоглощающих конструкций // Акустический журнал. – 1982. – Т.28, вып.2. – С.279 - 280.
2. Аннин Б.Д., Остросаблин Н.И. Анизотропия упругих свойств материалов // Прикладная механика и техническая физика. – 2008. – Т. 49, № 6. – С. 131- 151.
3. Боголепов И.И., Авферинок Э.И. Звукоизоляция на судах. – Л.: Судостроение, 1970. – 172 с.
4. Болотин В.В., Литвинов А.Н. К теории вибродемпфирующих полимерных покрытий // Механика полимеров. – 1978. – № 2. – С.269 - 276.
5. Глазанов В.Е. Экранирование гидроакустических антенн. – Л.: Судостроение, 1986. – 148 с.

6. Глазанов В.Е., Михайлов А.В. Экранирование гидроакустических преобразователей. – СПб.: Элмор, 2004. – 256 с.
7. Корякин Ю.А., Смирнов С.А., Яковлев Г.В. Корабельная гидроакустическая техника: состояние и актуальные проблемы. – С.-Петербург: Наука, 2004. – 410 с.
8. Клюкин И.И., Клещев А.А. Судовая акустика. – Л.: Судостроение, 1982. – 144 с.
9. Никифоров А.С. Вибропоглощение на судах. – Л.: Судостроение, 1979. – 184 с.
10. Седов М.С. Аналитическая частотная характеристика звукоизолирующей способности однослойных ограждений // Борьба с шумом и вибрацией. Ч.1. – Волгоград: Волгоград. политех. ин-т, 1972. – С.62 - 64.
11. Тартаковский Б.Д. Методы и средства вибропоглощения // Борьба с шумом и звуковой вибрацией. – М.: Знание, 1974. – С. 3 - 19.
12. Шендеров Е. Л. Волновые задачи гидроакустики. – Л.: Судостроение – 348 с.
13. Birman V., Byrd L.W. Modeling and Analysis of Functionally Graded Materials and Structures // Appl. Mech. Rev. – 2007. – Vol. 60, N 5. – P. 195–216.
14. Fang X.-Q., Liu J.-X., Wang X.-H., Zhang L.-L. Dynamic stress around two holes in a functionally graded piezoelectric material layer under electro-elastic waves // Phil. Mag. Lett. – 2010. – Vol. 90. – P. 361–380.
15. Fang X.-Q., Liu J.-X., Wang X.-H. Dynamic stress from a cylindrical inclusion buried in a functionally graded piezoelectric material layer under electro-elastic waves // Compos. Sci. Technol. – 2009. – Vol. 69 – P. 1115–1123.
16. Fang X.-Q., Liu J.-X., Zhang L.-L., Kong Y.-P. Dynamic stress from a subsurface cylindrical inclusion in a functionally graded material layer under anti-plane shear waves // Mater. Struct. – 2011. – Vol. 44. – P. 67–75.
17. Fang X.-Q. Multiple scattering of electro-elastic waves from a buried cavity in a functionally graded piezoelectric material layer // Int. J. Solids Struct. – 2008. – Vol. 45. – P. 5716–5729.
18. FGM: Design, processing and applications / Y. Miyamoto, W.A. Kaysser, B.H. Rabin et al. – Dordrecht: Kluwer Academic, 1999. – 434 p.
19. Guyder I.T., Lezueur C. Acoustic transmission through orthotropic multilayered plates. Part II. Transmission loss // J. Sound and Vibr. – 1978. – Vol. 58, No.1. – P. 69 - 86.
20. Maekawa Z. Environmental and architectural acoustics. – UK, London: E&FN spon., 1994. – P. 37 - 40.

V.E. Bolnokin, Duong Minh Hai, V.I. Storozhev

Hydroacoustic screening by using a layer from anisotropic functionally graded material with exponential inhomogeneity along thickness direction

Abstract. Are presented the methodic of the theoretic analysis of effects of the transformation of vibratory pressure at the one of the boundary surfaces of the layer from anisotropic functionally graded material with exponential inhomogeneity along thickness direction in the elastic waves of the mixed type with the dominant transverse displacements and with reducing of the degrees of the interaction between layer and the acoustical medium on the second boundary surface.

Keywords: screening of acoustic waves, low-symmetry anisotropic layer, anisotropic functionally graded material with exponential inhomogeneity, the effect of transforming the acoustic pressure in the mixed elastic waves, wave oscillations with a dominant transverse components

УДК 004.056

Г.М.Гусейнов

Институт Философии и Права НАНА, Баку Азербайджан

ПРОБЛЕМЫ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ

Аннотация. В статье отмечается, что целенаправленные меры, осуществляющиеся в мире в сфере усиления информационной защиты государства, прав и свобод человека имеют исключительно важное значение.

Ключевые слова: Информация, безопасность, права, защита, государство, система, интернет

Современное мировое сообщество характеризуется включенностью в общемировые процессы экономического, политического и социокультурного плана посредством информационно-коммуникационных технологий. Постиндустриализация, информационное общество, постмодернизм – этими параметрами, понятиями и характеристиками насыщена исследовательская литература в отношении всех тех трансформационных процессов, что имеют место быть как в экономической сфере (особенно актуальна в контексте информационного дискурса финансовая глобализация, проявляющая более всего технологический инновационный характер денежных, валютных операций), политической сфере (формирование электронного государства, различных программ и технологий гражданского участия в жизни государства и социума), культурной сфере (общее информационное пространство, формирующее схожие традиции, общие культурные коды, информационные социальные площадки в виде сайтов, принадлежности к различным идентификационным группам; проведение акций, диспутов, в том числе и дистанционных конференций, симпозиумов). Не последнюю роль в полноценном и гармоничном целенаправленном функционировании всех этих общественных ответвлений коммуникативного и инновационного характера играет информационная безопасность. Беспрепятственное перемещение информационных потоков, регулирование и защита от внедрения чужеродных и вредоносных программ, предупреждение ошибок, грамотное использование, оперативность, производительность – за этими параметрами стоит слаженная и профессиональная работа каналов передачи информации по всему миру [2,10-96] . Не случайно, говоря о глобализации, как об определяющей тенденции мирового исторического процесса на современном этапе, мы выдвигаем в качестве ее непреложного символа –

интернет, как средство и потенциальную возможность включенности в общемировое пространство стран мира; как средство создания единой общечеловеческой общности, равнозначно позиционируемой в информационном пространстве как общая глобальная система отношений, структур, идентичностей, их пространство взаимодействия; как единую информационную среду, базу со своими уровнями, предпочтениями, доступом, - то есть сочетание глобальных и локальных сетей в виде единого глобального информационного органа. Эта взаимообусловленность и взаимозависимость имеет как негативные стороны, так и положительные аспекты. Положительная динамика проявляется, как мы уже отметили, во все большей включенности в единое информационное пространство всех стран, систем, структур, личностей, в стирании существующих преград и границ, сетевом общемировом доступе к взаимопроникновению со стороны пользователей глобальной паутины; негативный аспект выражает себя в ограниченных возможностях сохранности информационной безопасности, в уязвимости интернета в силу опять же глобального формата информационного поля.

Различного рода вредоносные программы, хакеры, компьютерные преступления и террор – ситуации, имеющие место быть в сегодняшних проекциях деятельности информационных систем, которым государства, корпоративные сети пытаются противопоставить различную защиту, оказать противодействие (так, например, в качестве средства информационной безопасности используется технология межсетевого экрана).

Нужно отметить, что обеспечение информационной безопасности является важным параметром полноценного функционирования государственных структур и органов гражданского общества. Это определяется, как стремлением национальных властных структур обеспечить противодействие различным внешним и внутренним информационным угрозам, соблюсти национальную безопасность, так и защитой прав, интересов человека, реализацией конституционных прав гражданина, личности по защите конфиденциальности. Так же это представляет собой и важную составляющую нравственно-ценностной доминанты человеческого общежития. Современная действительность диктует необходимость правового взаимодействия государства и гражданского общества, соблюдение соотношения присутствия в различных общественных процессах государства, общества и личности как приоритетного направления национального развития. В информационном обществе увязка этого сбалансированного взаимодействия проецируется на информационное пространство, и в этом плане информационная безопасность особенно остро ставит вопросы формирования четкого и защищенного режима подобного взаимодействия.[1,13-18]

В последнее время политическая ситуация в мире определяется и конъюнктурной постановкой национальных интересов различных государств. Ряд факторов, которыми обозначено социально-политическое пространство, включает и момент дестабилизации, вытекающий из скрытого внедрения информационно-коммуникационных технологий в национальные государственные структуры; психологических информационных атак; применения программ и систем, трансформирующих сознание, разрушающих традиции, угрожающих национальной, конфессиональной, личностной идентичностям. Информационные войны – одна из разновидностей военного присутствия, скрытого военного противодействия систем, структур, государств и личностей; в качестве информационного оружия используются информационно-коммуникационные технологии отслеживания, шпионажа, представляющие угрозу национальной безопасности, поскольку помимо использования полученной информации в качестве предупредительных и опережающих мер, так же полученные информационные ресурсы могут искажаться и доставлять определенные проблемы, как на внутривнутриполитическом уровне, так и во внешней деятельности государств.

Включенность в информационное общество определяет ныне параметры развитости экономического, политического, социокультурного контентов, поскольку информация является тем формообразующим и смыслообразующим фактором, который стоит за размежеванием стран на развитые и развивающиеся. Именно опережающее создание инновационных технологий в области информационных коммуникаций сегодня отмечает и позиционирует приспособленность стран к стремительному сокращению времени и пространства, способствует наращиванию мощи государств, корпоративных структур, определяет стратегические преимущества государств, национальные, общественные, личностные приоритеты.

В этой связи нужно отметить особую роль этической составляющей общественных взаимодействий в информационной среде. Глобализация все больше актуализирует собой ценностный аспект происходящих трансформаций, в момент, когда стираются границы, сглаживаются различия, растворяются в общечеловеческом «плавильном котле» традиции и обычаи, когда налицо нравственный кризис и искажение понятий, представлений, когда происходит разноректорный процесс сближения и отторжения субстанциональных основ мирового исторического действия.[4]

Идеи безопасности, и информационной, в том числе, нашедшие отражение еще в прошлые века, были выражены в суждениях великих интеллектуалов И.Канта, А.Бергсона, Р.Оуэна, Дж.Локка, Т.Гоббса о моральной ответственности за судьбы человечества, о справедливости

просвещенного правителя, об учете правовых аспектов человеческого общежития. Все они свидетельствуют о востребованности нравственных императивов и на современном этапе, когда большой прогресс в информационно-коммуникационных средствах предоставляет и большую раскрепощенность духовного плана, определяет аморфность понятий морали, этики, нравственности; и которые уже послужили основой деструктивным процессам в различных сферах общественной системы, будь то экономическая сфера, политическая или же культурная. Налицо ценностный кризис общества, и наглядным тому примером становится преобразование техники в историческую и общественную доминанту, подминающую под себя самого человека. Человек, создавая вторую природу, теряет параметры первой, и закономерно превращается в составную часть глобального информационного поля. [3,с.15]

Библиографический список

1. Поздняков А.И. Информационная безопасность личности, общества, государства . Военная мысль. 1993. №10. С.13-18.
2. Проблемные вопросы информационной безопасности. Безопасность информационных технологий. 1996. №1. С.10-96;
3. Урсул А.Д. Информатизация общества: социально-философские проблемы и перспективы. Теория и практика общественно-научной информации. М.,1992. №1.
4. Van Duyn J.A. The human factor in computer crime. N.Y.,1985.

» Habib Huseynov
 » Problems of information security in the modern world
 » **Abstract.** The author underlines that the measures purposefully taken in the world to strengthen information protection of the state, rights and freedom of the person is of great importance.
 » **Keywords:** information, security, rights, protection, state, system, internet

УДК 656.61.052

А.А. Егоров, Н.А. Седова, В.А. Седов

ФБОУ ВПО «Морской государственный университет им. адм. Г.И. Невельского», Владивосток, Россия

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТЕПЕНИ ОПАСНОСТИ СТОЛКНОВЕНИЯ СУДОВ НЕЙРО-НЕЧЁТКИМИ СЕТЯМИ ПО МЕТОДУ РЕШЕТКИ

Аннотация. В статье представлены результаты компьютерного моделирования для определения наилучшей модели ННЧС, которая используется для определения степени опасности столкновения морских судов в зоне чрезмерного сближения. Определён наилучший метод для формирования выходной переменной, а также оптимальный алгоритм обучения. Показано, как влияет на результат тип используемой функции принадлежности.

Ключевые слова: Нейро-нечёткая сеть, адаптивная система нейро-нечеткого вывода, обучающая выборка, среднеквадратическое отклонение, метод решетки, эпоха обучения.

Для обеспечения безопасности судоходства в настоящее время разрабатываются автоматизированные системы, предназначенные для расчета степени опасности (риска, вероятности или области опасности) столкновения судна с объектами различной природы и/или другими судами [1]. Такие системы позволяют предупреждать лицо, принимающее решение, о возможных опасностях с целью их предотвращения [2]. Авторами в работе [3] предложена модель нейро-нечёткой сети (ННЧС) для определения степени опасности столкновения морских судов в зоне чрезмерного сближения, а также представлены результаты компьютерного моделирования, позволившего определить необходимое наименьшее число циклов обучения такой ННЧС. В настоящей работе приведены результаты компьютерного моделирования различных ННЧС, где генерирование сети происходило по методу решетки без кластеризации [4].

Каждая модель ННЧС [3] состоит из четырёх входных лингвистических переменных [4]: пеленг на судно-цель, курс судна-оператора, курс судна-цели, относительная скорость судна-оператора и судна-цели. Компьютерное моделирование ННЧС проводилось с использованием адаптивной системы нейро-нечеткого вывода (нейро-нечёткой сети) ANFIS (Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System), реализованной в среде Matlab [5, 6]. Для обучения ННЧС сформирована обучающая выборка, состоящая из 525 обучающих пар. Каждая обучающая пара состоит из входа, представляющего собой вектор из

значений входных лингвистических переменных, выходом является заранее рассчитанная с помощью маневренного планшета степень опасности столкновения судов. Значение степени опасности столкновения судов лежит в диапазоне от 0 до 1, причем, чем ближе к единице, тем выше степень опасности столкновения.

В результате проведённого компьютерного моделирования были обучены 192 различные нейро-нечёткие модели, имеющие по пять термов в каждой из четырёх входных лингвистических переменных, обученные при использовании «constant» (постоянные) или «linear» (линейные) коэффициенты для формирования выходной переменной, а в качестве алгоритмов обучения – «backproпа» (алгоритм обратного распространения ошибки) или «hibrid» (гибридный).

На рисунке 1 представлена зависимость среднеквадратичной ошибки обучения (СКО) от метода формирования выходной переменной (constant или linear) при 100 эпохах обучения (в работе [3] показано, что достаточное число эпох равно 100), а на рисунке 2 – зависимость СКО от алгоритма обучения (backproпа или hibrid) при 100 эпохах обучения. Результаты показали, что наилучшим образом показал себя метод «constant» для формирования выходной переменной, а в качестве алгоритма обучения – «hybrid».

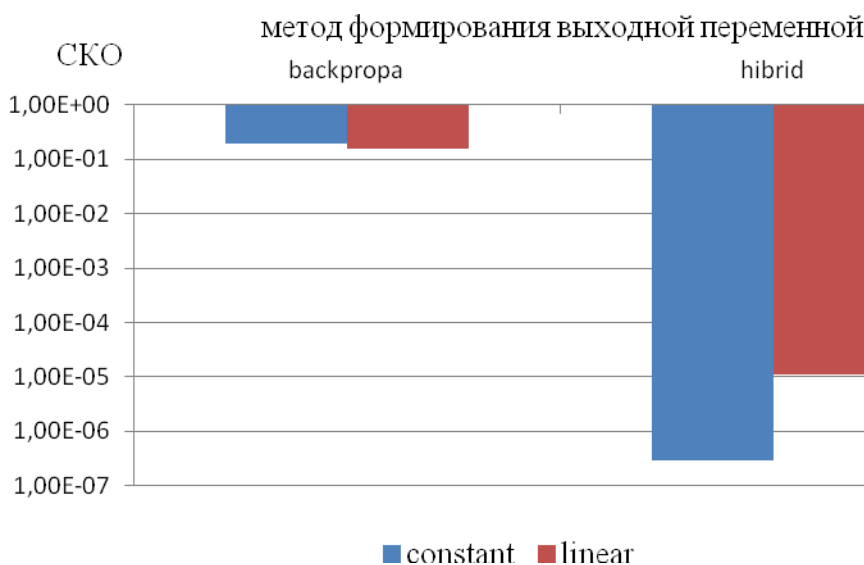


Рис. 1. Зависимость СКО от метода формирования выходной переменной

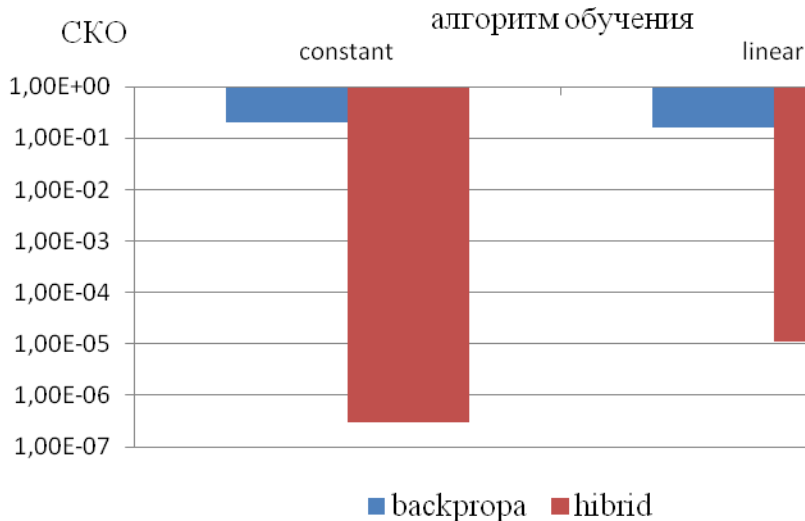


Рис. 2. Зависимость СКО от алгоритма обучения

На рисунке 3 представлена диаграмма с шестью минимальными СКО обучения ННЧС.

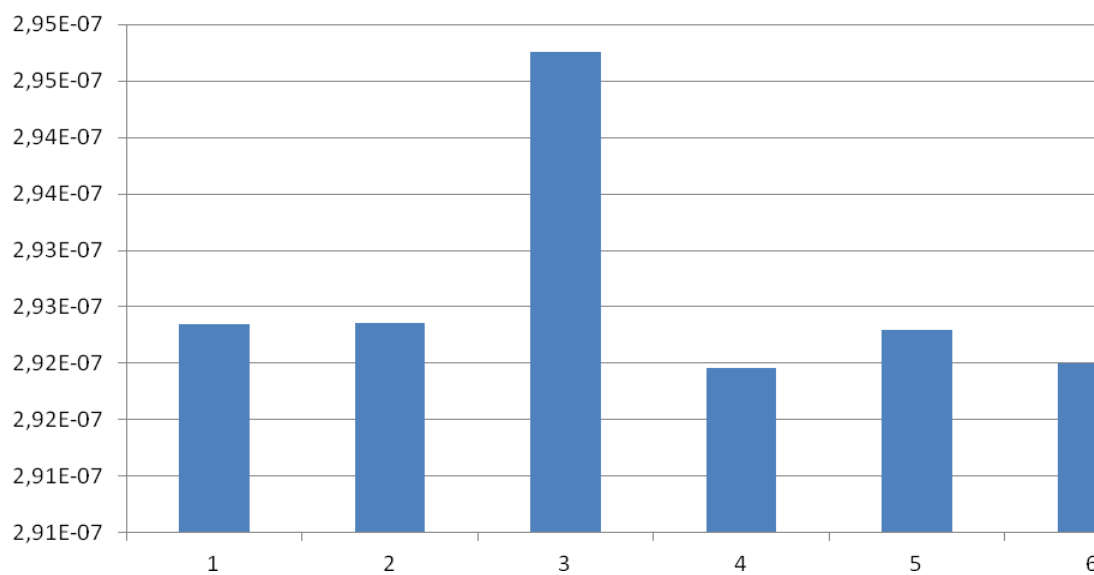


Рис. 3. Наилучшие ННЧС с минимальными СКО

На рисунке 3 под цифрами 1 и 4 обозначены ННЧС с функциями принадлежности в виде разности двух сигмоидных функций принадлежности со 100 и 200 эпохами обучения соответственно, под цифрами 2 и 5 обозначены ННЧС с функциями принадлежности в виде произведения двух сигмоидных функций принадлежности со 100 и 200 эпохами обучения соответственно, под цифрой 3 обозначена ННЧС с П-образными функциями принадлежности и 200 эпохами обучения, а под цифрой 6 – ННЧС с трапецевидными функциями принадлежности и 600 эпохами обучения.

На рисунке 4 представлены зависимость СКО от типа функции принадлежности, используемого для формирования термов входных лингвистических переменных. Анализ результатов показал, что тип используемых функций принадлежности существенно не влияет на СКО, следовательно, на качество обучения ННЧС.

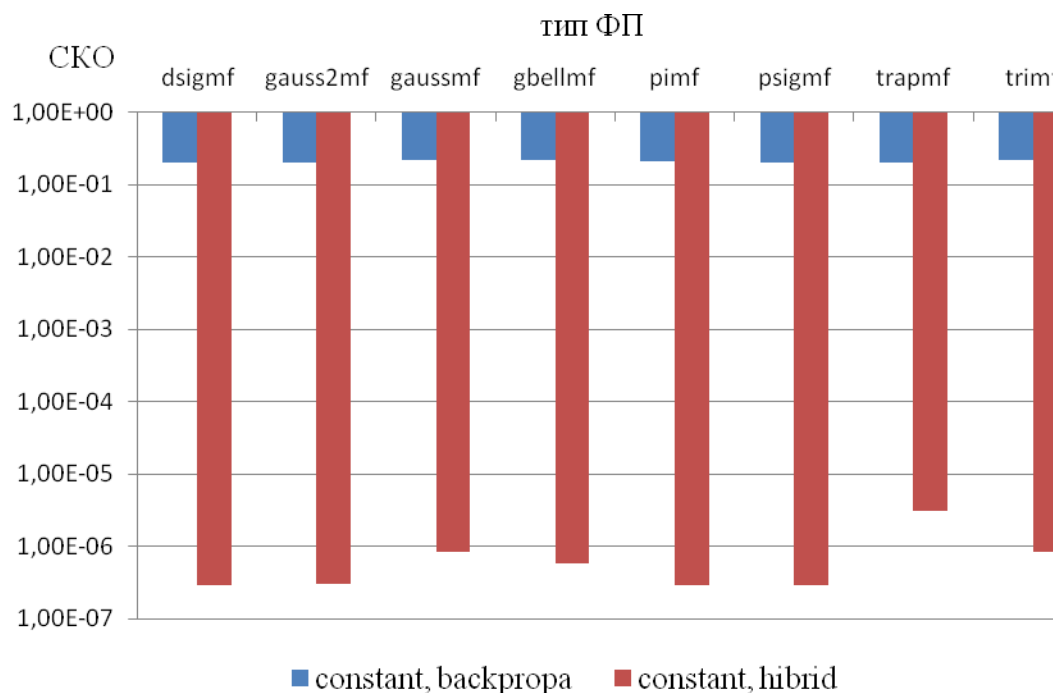


Рис. 4. Зависимость СКО от типа функции принадлежности

Таким образом, проведённое компьютерное моделирование для определения наилучшей модели ННЧС, использующейся для определения степени опасности столкновения морских судов в зоне чрезмерного сближения, где генерирование ННЧС происходит по методу решетки, показало, что наилучшим методом для формирования выходной переменной является метод «constant», а в качестве алгоритма обучения – «hybrid», при этом выбор типа функции принадлежности существенно на результат не влияет.

Библиографический список

1. Седова Н.А., Сясин Д.Ю. Логико-лингвистическая модель определения степени опасности столкновения судов в зоне чрезмерного сближения // Бюллетень транспортной информации. – 2014. – №. 12 (234), с. 23-26.
2. Емельянов М.Д. Применение условных рисков для оценки безопасности морских судов // Транспорт Российской Федерации, №3-4 (22-23), 2009. – 40-45.
3. Седов В.А., Седова Н.А., Егоров А.А. Число циклов обучения нейро-нечётких сетей для определения степени опасности столкновения судов // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки. 2015. № 1-2. С. 53-56.

4. Штовба С.Д. Проектирование нечётких систем средствами MATLAB. – М.: горячая линия – Телеком, 2007. – 288 с.
5. Чёрный С.Г., Жиленков А.А. Интеллектуальная поддержка принятия решений при оптимальном управлении для судовых электроэнергетических систем // Вестник государственного морского университета им. адмирала А.Ф. Ушакова, № 2 (7), 2014. – 29-33 с.
6. Жиленков А.А., Чёрный С.Г. Применение нейро-нечёткого моделирования для задач идентификации многокритериальности в транспортной отрасли // Вестник СамГУПС, № 1 (23), 2014. – 100-106 с.

~ A.A. Egorov, N.A. Sedova, V.A. Sedov

~ **Neuro-fuzzy network with grid partition for determining degree of the ship collision danger**

~ **Abstract.** The paper presents the results of simulation to define the best model for neuro-fuzzy network, which is used to determine the degree of collision danger in ships excessive proximity zone. The best method for generating an output variable, the optimal learning algorithm and the result effect of the membership function type are shown.

УДК 004.732

Ю.В. Зайцева

Самарский казачий институт индустрии питания и бизнеса (филиал) ФГБОУ «Московский государственный университет технологий и управления им. К. Г. Разумовского (Первый Казачий Университет)», Самара, Россия.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПОЧТОВЫХ СИСТЕМ ПРЕДПРИЯТИЙ

Аннотация. Рассматриваются системы электронной почты предприятий и особенности их проектирования.

Ключевые слова: корпоративные сети, системы электронной почты

В настоящее время, когда встает вопрос об организации почтовой системы масштаба предприятия, смотрят на опыт крупных западных компаний и рекомендации производителей почтовых серверов. Так как региональная сеть в России до сих пор развита достаточно слабо, то, при проектировании почтовой системы, мы говорим о разворачивании системы серверов в головных офисах, с разветвленной инфраструктурой [1-12]. Тем самым охватывается до 75% сотрудников, имеющих доступ к Интернету.

Первая задача – создать почтовую систему, которая будет обслуживать более 2/3 пользователей имеющих «быстрый» доступ к сети и менее 1/3 пользователей, которые имеют ограниченный доступ и низкоскоростной канал выхода в Интернет. Эта задача решается обеспечением доступа филиалов к Web-интерфейсу центрального узла почтовой системы. Могут существовать филиалы, которые должны обладать самостоятельностью – у них настраиваются региональные узлы почтовой системы. Особенностью такого решения является то, что синхронизация между основным офисом и регионами будет производиться по расписанию. Почта делится на срочную и обычную. Для срочной и важной переписки должен использоваться узел центрального офиса. На центральном сервере заводятся почтовые ящики и списки рассылки для нужд всех подразделений и офисов организации. Следующий вопрос, который возникает – очень большое количество почтовых ящиков, списков рассылки и других элементов, которые нужно создать. Сюда входят все сотрудники организации, все структурные единицы организации и внешние абоненты. Вручную невозможно обрабатывать запросы на создание и удаление почтовых ящиков, потому необходимо следующее:

Предусмотреть механизм автоматического создания любого требуемого объекта по запросу диспетчера или абонента.

Предусмотреть то, где будет храниться информация, необходимая для создания объектов и о уже созданных объектах.

Для поддержки автоматического создания почтовых ящиков и других объектов, должна быть создана система управления базой данных всех потенциальных абонентов почтовой системы. В этой базе будет храниться информация из отдела кадров о статусе сотрудника:

- название подразделения, где он работает;
- должность, ученая степень, ученое звание;
- личная информация, если сотрудник пожелал её внести в базу;
- информация, необходимая для создания почтового ящика;
- сопутствующая информация о сотруднике.

Для больших организаций поддерживать параллельно две системы, содержащие информацию о большом количестве пользователей – накладно. Почтовая система интегрируется с сетевой инфраструктурой предприятия, и абонент использует для входа в сеть и для работы с почтовым ящиком один и тот же логин и пароль.

База данных обновляется вручную сотрудниками отдела кадров, по мере поступления приказов о зачислении или увольнении сотрудников. Эта же база данных может использоваться в качестве основы для разработки собственного портала предприятия, интегрированного с почтовой системой. Во избежание недоразумений и конфликтных ситуаций почтовые ящики не должны быть активны сразу после того, как стала работать почтовая система. Сотрудник должен сам принять активное участие в процессе активации

своего почтового ящика. Механизм активации почтового ящика должен быть заранее спроектирован так, чтобы исключить возможность несанкционированного доступа к нему. Например, на основе информации, связанной именно с владельцем почтового ящика – номер студенческого билета, паспорта или личного пропуска. После этого идет запрос к базе данных, и иницируется процесс создания почтового ящика. После создания почтового ящика или списка рассылки, информация о них содержится в глобальной адресной книге почтовой системы. Кроме того, у пользователя должна быть учетная запись, дающая ему право получить доступ к своему почтовому ящику.

Одно из узких мест почтовой системы – её адресная книга. Все абоненты почтовой системы имеют доступ к информации, содержащейся в адресной книге. Там может быть (кроме адреса электронной почты) внутренний телефон, домашний адрес сотрудника номер ICQ или MSN. Для большой системы характерно то, что даже незначительная вероятность любого события, становится вполне реальной в обозримом промежутке времени. Поэтому приходится предусматривать практически все возможные варианты неполадок связанных с почтовыми ящиками, жалобами пользователей и вирусами. Вероятность проникновения вируса в хорошо защищенную систему составляет долю процента, но, столкнувшись с ситуацией, в которой вирус может принести один из 20000 абонентов, мы видим реальную опасность заражения системы. Следовательно, в обозримом промежутке времени после ввода в эксплуатацию систему, неизбежна утечка информации, в частности полного списка адресов электронной почты предприятия.

Кроме того, в течение трех-четырех месяцев, на почтовые ящики, имеющие адрес электронной почты для связи с внешним миром, начнет поступать все возрастающий поток спама. Используя полученный опыт можно сказать, что на данный момент объём спама увеличивается линейно по отношению ко времени. Во время проектирования почтовой системы необходимо учесть несколько моментов, чтобы уменьшить поток спама и снизить издержки на сопровождение системы:

- количество пользователей, которые должны иметь адрес для связи с “внешним миром”;
- круг клиентов, с которыми приходится постоянно иметь дело;
- важнее получить “опасное” письмо, поставив пометку и доставив получателю, или отбросить потенциально опасное письмо;
- отправлять все письма, помеченные как спам в карантин или доставлять всю почту адресату, чтобы он сам удалил ненужные письма;
- есть ли в организации отделы, которые хотят наряду с центральной почтовой системой создать (сохранить) свои собственные альтернативные почтовые серверы, обслуживающие только их.

Антивирусные решения, которые используются на внутреннем и внешнем шлюзе, надо устанавливать от разных производителей, чтобы повысить вероятность удаления вирусов. Также необходимо сделать акцент на защите от вирусов на уровне конечного пользователя. Антивирусное решение, интегрирующееся с почтовой системой, имеет недостаток в том, что они не рассчитаны на действительно большое количество почтовых ящиков.

За шлюзами располагаются несколько серверов электронной почты, которые и образуют ядро почтовой системы организации. Выбор корпоративного почтового сервера объясняется следующими факторами:

- квалификацией имеющихся специалистов;
- удобством администрирования;
- качеством услуг технической поддержки фирмы-производителя;
- требованиям к функциональности;
- способностью к интеграции в имеющуюся сетевую инфраструктуру;
- требования к ресурсам.

Также должна быть предусмотрена возможность увеличения производительности, как за счет наращивания мощности отдельного сервера, так и за счет добавления дополнительных серверов в систему. Обновления серверов (программного и аппаратного обеспечения) должны производиться не по факту возникновения необходимости, а с упреждением как минимум на полгода. Дисковая подсистема не должна существенно влиять на производительность серверов. Необходимо максимально распараллелить доступ к файлам, используемым операционной системой и почтовой службой. Емкость памяти должен быть адекватен количеству почтовых ящиков на сервере. Например, в условиях вуза среднего масштаба это порядка 1 Гб на 5000 пользователей.

Библиографический список

1. Олифер В.Г., Олифер Н.А. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы. – 4-е изд. – СПб.: Питер, 2010.
2. Каяшев А.И., Рахман П.А., Шарипов М.И. Анализ показателей надежности двухуровневых магистральных сетей // Вестник Уфимского государственного авиационного технического университета. 2014. Т. 18. № 2 (63). С. 197-207.
3. Каяшев А.И., Рахман П.А., Шарипов М.И. Анализ показателей надежности локальных компьютерных сетей // Вестник Уфимского государственного авиационного технического университета. 2013. Т. 17. № 5 (58). С. 140-149.
4. Иванов Д.В. Сильно состоятельное рекуррентное оценивание параметров линейной динамической системы с автокоррелированной помехой в выходном сигнале // Вестник транспорта Поволжья. 2011. № 1. С. 87-93.
5. Каяшев А.И., Рахман П.А., Шарипов М.И. Анализ показателей надежности избыточных дисковых массивов // Вестник Уфимского государственного авиационного технического университета. 2013. Т. 17. № 2 (55). С. 163-170.

6. Рахман П.А., Каяшев А.И., Шарипов М.И. Марковская цепь гибели и размножения в моделях надежности технических систем // Вестник Уфимского государственного авиационного технического университета. 2015. Т. 19. № 1. С. 140-154.
7. Рахман П.А., Каяшев А.И., Шарипов М.И. Модель надежности отказоустойчивых систем хранения данных // Вестник Уфимского государственного авиационного технического университета. 2015. Т. 19. № 1. С. 155-166.
8. Рахман П.А., Шарипов М.И. Модель надежности двухузлового кластера приложений высокой готовности в системах управления предприятием // Экономика и менеджмент систем управления, 2015. №3 (17). С. 85-102.
9. Рахман П.А., Бобкова Е.Ю. Анализ коэффициента готовности двухуровневых магистральных сетей передачи данных // Reliability models in engineering and technical science-2015. Proceedings of the International scientific and practical conference. Saint-Louis, Missouri, USA, 2015. С. 40-55.
10. Рахман П.А., Бобкова Е.Ю. Модель надежности маршрутизации с двумя независимыми интернет-провайдерами. // Reliability models in engineering and technical science-2015. Proceedings of the International scientific and practical conference. Saint-Louis, Missouri, USA, 2015. С. 63-72.
11. Рахман П.А., Смирнова М.С. Марковские цепи гибели и размножения в моделях надежности технических систем // Reliability models in engineering and technical science-2015 Proceedings of the International scientific and practical conference. Saint-Louis, Missouri, USA, 2015. С. 103-115.
12. Рахман П.А., Фролова Е.А. Специализированные модели системы хранения данных на базе избыточных дисковых массивов // Reliability models in engineering and technical science-2015. Proceedings of the International scientific and practical conference. Saint-Louis, Missouri, USA, 2015. С. 77-86.
13. Иванов Д.В., Козлов Е.В. Рекуррентная параметрическая идентификация линейных динамических систем при наличии автокоррелированной помехи наблюдения в выходном сигнале // Вестник Самарского муниципального института управления. 2010. № 2. С. 93-99.
14. Иванов Д.В., Ширинов И.Р. Идентификация многомерных по входу линейных динамических систем дробного порядка с помехой в выходном сигнале // Вестник Самарского муниципального института управления. 2013. № 4 (27). С. 144-151.
15. Рахман П.А., Каяшев А.И., Шарипов М.И. Модель надежности отказоустойчивой пограничной маршрутизации с двумя интернет-провайдерами // Вестник Уфимского государственного авиационного технического университета. 2015. Т. 19. № 1. С. 131-139.
16. Сидоров Ю.В. Блочный алгоритм Качмажа решения систем линейных уравнений большой размерности // Актуальные вопросы вузовской науки: Сб. научных и научно-методич. статей. Самара: Сам. ин-т упр. 2003, с. 304-306.

Y.V. Zaytseva

Designing of corporate mail systems

Abstract. This paper deals with corporate mail systems. Designing tips for mail systems are also discussed within scope of this article.

Keywords: corporate networks, email systems.

УДК 519.876; 004.03**А.В. Затонский, С.А. Варламова**ФГБОУ ВПО Пермский национальный исследовательский
политехнический университет, Березниковский филиал**ПЕРСПЕКТИВНЫЙ АЛГОРИТМ РАСПОЗНАВАНИЯ
ПАРАМЕТРОВ ПЕНЫ В ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ
ПРОЦЕССАХ**

Аннотация. Определена проблема автоматического распознавания параметров пены при флотации калийных руд. Разработан алгоритм определения статистического распределения размеров пузырьков, основанный на измерении расстояний между бликами. Показана эффективность метода.

Ключевые слова: калийная руда, флотация, распознавание, управление.

Верхнекамское месторождение калийных руд является одним из самых крупных месторождением мира и единственной разрабатываемой сырьевой базой калийной промышленности России. Верхнекамские руды представлены сильвинитом и карналлитом, породообразующим минералом галитом с примесью водорастворимых ангидрита и глинистых материалов.

Обогащение руд, в том числе калийных, методом флотации производят по различным технологическим схемам. Однако большинство основных операций по переработке руды принципиально одинаково для многих схем. Для обогащения калийных руд на Верхнекамских калийных комбинатах применяют пенную флотацию. При этом через смесь частиц с водой пропускают мелкие пузырьки воздуха, частицы определённых минералов собираются на поверхности раздела фаз «воздух-жидкость», прилипают к пузырькам воздуха и выносятся с ними на поверхность в составе пены.

Качество конечного продукта существенно зависит от структуры и внешнего вида пены. Для принятия оперативных решений операторы флотации производят визуальную оценку пены, а именно:

- цвет пены;
- размер пузырьков;
- размер и цвет нерастворимого остатка (минерализация); при низкой минерализации флотаторы применяют сленговую характеристику «лысая пена»;
- плотность пены;
- на шламовой флотации – ровность пены.

Однако внешняя оценка пены даже для опытного флотатора является достаточно субъективной. Как следствие, результаты могут отличаться от смены к смене и давать противоречивые результаты процесса.

Для распознавания информационных признаков изображений можно использовать два подхода [1]:

Дифференциальный, при котором выделяются единичные признаки (размер пузырей, цвет пены и т.д.),

Интегральный, при котором текущее изображение сравнивается с тестовым набором изображений, соответствующим различным режимам флотации.

Распознавание границ между пузырьками представляет сложную задачу, решение которой требует больших вычислительных затрат [18]. Так как в перспективе необходимо обрабатывать видеопоток, то есть несколько изображений в секунду, описанные в литературе методы не подходят. Какие именно методы применяются в существующем программном обеспечении [20, 19 и т.д.] производители не афишируют.

На основе размышлений над фотографиями была выдвинута следующая рабочая гипотеза: *расстояние между бликами пузырьков равно полусумме диаметров пузырьков, а значит, близко к диаметру пузырька*. Для проверки этой гипотезы:

- разработано специальное программное обеспечение по распознаванию бликов и вычислению расстояния между центрами бликов;

- вручную на четырех фотографиях определены размеры всех пузырьков на фотографии;

- эти же фотографии обработаны программно, произведено сравнение результатов.

Первым этапом распознавания является бинаризации изображения для радикального уменьшения количества бесполезной информации, содержащейся на изображении. В процессе бинаризации исходное полутоновое изображение, имеющее некое количество уровней яркости, преобразуется в черно-белое изображение, пиксели которого имеют только два значения – 0 и 1. Двоичное изображение высокого качества может дать большую точность в распознавании образов, по сравнению с исходным изображением, из-за присутствия шумов в исходном изображении [21]. В ходе работы был произведен анализ алгоритмов бинаризации, для выбора наилучшего метода бинаризации (бинаризация с нижним порогом, бинаризация с верхним порогом, бинаризация с двойным ограничением, метод Оцу, Метод Яни, метод среднего) для определения характеристик пены при флотации.

После бинаризации необходимо определить, где именно на изображении находятся блики. Разработан алгоритм, позволяющий с приемлемой точностью определять границы каждого блика:

1. Найти в строке белый пиксель.
2. Принять начало последовательности идущих подряд белых пикселей за левый край искомой области, а конец за правый край.
3. Если не достигнута последняя строка, перейти на следующую строку.
4. Расширять левую и правую границу до тех пор, пока по бокам от границы находятся белые пиксели или пока не достигнут край изображения.
5. Если в текущей строке в пределах найденной области есть белые пиксели, перейти к шагу 2.
6. Запомнить найденную область.
7. Закрасить всю найденную область черным.
8. Если не достигнут конец строки, перейти к шагу 1.
9. Если не достигнута последняя строка, перейти на следующую строку и перейти к шагу 1.

Для измерения расстояния между бликами нам необходимо знать координаты центров. Для этого был разработан специальный алгоритм поиска центра в заданной области. Входными данными для функции поиска является область, найденная алгоритмом, описанным выше, другими словами двумерная матрица. Мы рассматриваем эту матрицу как двумерную случайную величину. В каждой ячейке хранится 0, если пиксель соответствующей ячейки черный и $1/n$, если пиксель белый, где n – количество белых пикселей в области. Исходя из полученных данных строим одномерные распределения и считаем их математические ожидания, которые и являются координатами центра области. Визуализацию выполнения алгоритма можно увидеть на рис. 1.

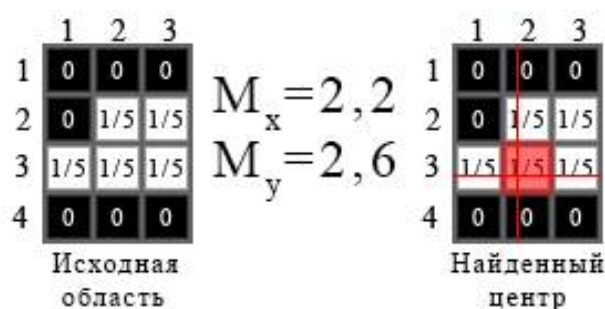


Рис. 1. Нахождение центра блика

Координаты центров храним в двумерном массиве, размерность которого совпадает с размерами исходного изображения. В каждой ячейке массива хранится целое число, равное 0, если по текущим координатам нет центра или равное n , если текущая ячейка является центром одного из бликов, где n – количество пикселей в блике.

После нахождения центров бликов остается лишь измерить расстояния между ними. Блики, число пикселей в которых меньше заданного перед выполнением программы параметра k принимаются за вкрапления и в измерении не учитываются. Для измерения расстояний между центрами нами был разработан специальный алгоритм. Описание алгоритма по шагам:

1. Найти не нулевую ячейку в просматриваемой строке.
10. Принять размер рассматриваемой области за 1 пиксель.
11. Проверить наличие другой не нулевой ячейки в рассматриваемой области.
12. Если ячейка не найдена и размер области не превосходит размеров изображения, увеличить размер области на 1 и перейти к шагу 3.
13. Посчитать расстояние между найденными ячейками.
14. Сохранить найденное расстояние в выходном массиве.
15. Обнулить начальную ячейку массива.
16. Если не достигнут конец строки перейти к шагу 1.
17. Если не достигнута последняя строка, перейти на следующую строку и перейти к шагу 1.

Кроме размера и статистического распределения пузырьков, по заданию необходимо определить степень минерализации пены, то есть количество маленьких кристаллов, дающих блики, на поверхности больших пузырьков. Для определения границы раздела «кристалл – пузырек» было принято предположение, что плотность вероятности размера кристалла имеет максимум, а затем начинает снижаться. То есть существует малое количество очень мелких кристаллов, существенно большее – кристаллов среднего размера и малое количество очень крупных кристаллов. В этом случае границу раздела можно определить примерно как

$$\delta_b \approx 2 \cdot M[\delta],$$

где δ_b – максимальный размер блика от кристалла, $M[\delta]$ – математическое ожидание (средний размер) размера бликов, порождаемых кристаллами. Впоследствии это предположение подтвердилось (табл. 1).

По функциям распределения для фото 2, 3, 4 видно, что значения $f(\delta) = 0.5$ (точка математического ожидания) расположены в интервале $\delta \in [3.3, 3.6]$.

Таблица 1
Результаты распознавания минерализации

Диаметр блика, пикс.	Фото 1	Фото 2	Фото 3	Фото 4
1	203	10	73	16
2	128	120	60	203
3	72	234	187	140
4	71	155	127	117
5	47	129	108	151
6	63	101	99	111
7	40	79	75	94

Для трех фотографий средняя погрешность определения статистических распределений размеров пузырьков по бликам находится в пределах 2,7...9,1%; при этом для двух фотографий максимальная погрешность не превышает 20%. Фотография № 4 выбивается из общего результата (средняя погрешность 20%, максимальная – более 60%).

Следовательно, с вероятностью 75% при распознавании фотографий, полученных с фронтальным освещением, со случайным разрешением и шумами, созданная в ходе НИР программа получает статистическое распределение со средней погрешностью порядка 6,6% (во всяком случае, менее 10%). Это позволяет уверенно автоматически делать вывод о том, крупная или мелкая пена, ровная или не ровная пена, «лысая» (без минерализации) или нет.

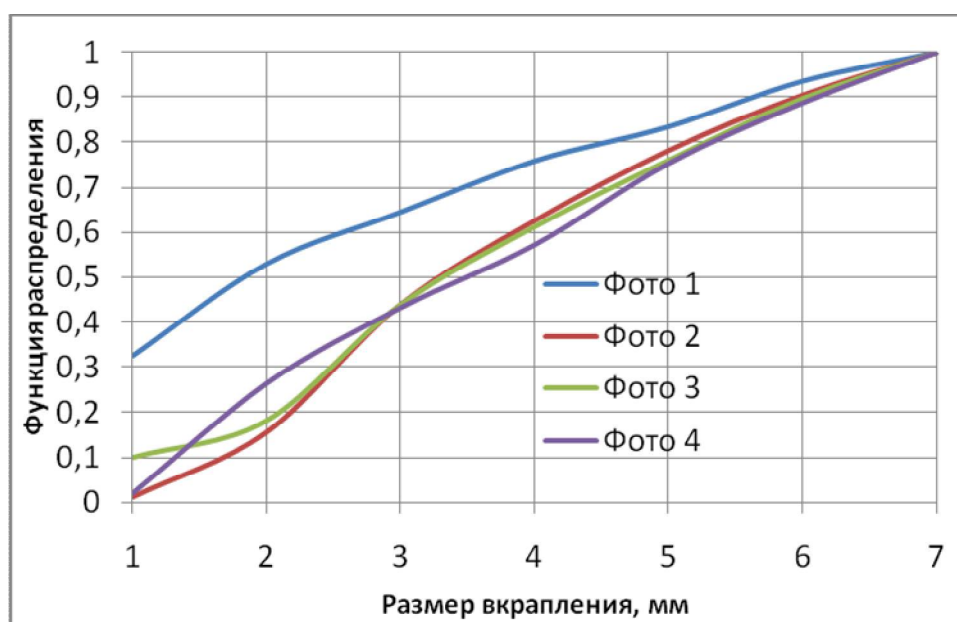


Рис. 2. Функции статистического распределения размеров кристаллов при распознавании минералов пены

Фото 1 является исключением, так как на этой фотографии больше мелких кристаллов, чем средних. Однако и она укладывается в рамки предположения, что для имеющихся фокусных расстояний и условий съемки блики менее $\delta_b = 7$ пикселей принадлежат минеральным кристаллам (или шумам съемки, разумеется).

Поэтому выдвинутую гипотезу можно считать подтвердившейся на 75%. По обработанной бинаризации фотографии действительно можно найти, среди самых мелких бликов, максимум плотности распределения, по нему – размеры и количества минеральных включений пены.

Библиографический список

1. Батюков С.В. Выбор метода распознавания информационных признаков изображения для анализа флотационной пены // <http://libeldoc.bsuir.by/bitstream/123456789/3802/1/Выбор%20метода%20распознавания%20информационных%20признаков%20изображения%20для%20анализа%20флотационной%20пены.PDF>
18. Ekinici M, Aykut M. Palmprint Recognition by Applying Wavelet-Based Kernel PCA // Journal of Computer Science and Technology, 2008. V. 23, № 5. P. 851-861.
19. Minerals Processing Solutions Automation // [http://www.metso.com/miningandconstruction/MaTobox7.nsf/DocsByID/0AF54610F6C67DDBC2257B030037F030/\\$File/Automation%20ENGLISH%20Low%20Res.pdf](http://www.metso.com/miningandconstruction/MaTobox7.nsf/DocsByID/0AF54610F6C67DDBC2257B030037F030/$File/Automation%20ENGLISH%20Low%20Res.pdf)
20. Outotec FrothSenseTM // http://www.outotec.com/ImageVaultFiles/id_735/d_1/cf_2/OTE_Outotec_FrothSense_eng_web.PDF
21. M. Sezgin, B. Sankur. Survey over image thresholding techniques and quantitative performance evaluation // Journal of Electronic Imaging 13 (1) (2004). P. 146–168.

Andrey V. Zatonskiy, Svetlana A. Varlamova

Perspective algorithm for recognition of foam parameters in the chemical-technological processes

Abstract. A problem of automatic recognition of the parameters of the foam in the flotation of potash ores is defined. The algorithm to determine the statistical distribution of bubble sizes based on the measurement of the distance between the glares is developed. The efficiency of the method is shown.

Keywords: potash ore, flotation, recognition, control.

УДК 519.876.2

В.В. Зимин

ФГБОУ ВПО «СибГИУ», Новокузнецк, Россия.

МЕХАНИЗМЫ ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЯМИ ИТ-СЕРВИСОВ

Аннотация. В статье приводятся содержательные и математические постановки двух важных задач управления ИТ-сервисами: формирование множества изменений, подлежащих реализации в очередном плановом периоде и разработка календарного плана (определение порядка) выполнения подлежащих реализации изменений. Приведены процедуры решения задач, разработанные на основе конкретизации известных методов организационного управления: комплексного оценивания, дихотомического программирования, метода «затраты-эффект».

Ключевые слова. ИТ-сервис, управление, оптимизация, постановка задачи, алгоритм, метод, календарное планирование.

Введение. Управление изменениями ИТ-сервисов является мощным средством обеспечения конкурентоспособности поставщика ИТ-услуг [1]. Практика порождает много причин для изменения сервисов. В частности, это изменение требований бизнеса к свойствам ИТ-сервиса, потребность в оптимизации сервисных активов для снижения издержек на сервис, необходимость приведения свойств сервисов в соответствие с требованиями нормативных документов различного уровня, исправление выявленных в сервисах ошибок и другие.

Произвольное изменение $ch(s)$ ИТ-сервиса s будем описывать кортежем (b, t, k, r) , где b - затраты на изменение (тыс. у. е.), t - длительность реализации изменения (дни), k - эффективность изменения, r - признак, описывающий риски, связанные с изменением:

$$r = \begin{cases} 0, & \text{если изменение не влечет значимых рисков} \\ 1, & \text{если изменение влечет значимые риски.} \end{cases}$$

Затраты на реализацию всех зарегистрированных изменений сервисов, как правило, превышают имеющиеся финансовые ресурсы у поставщика ИТ-услуг. Вследствие этого актуальными являются две регулярно решаемые поставщиком задачи планирования:

1. Формирование множества изменений, подлежащих реализации в очередном плановом периоде.

2. Разработка календарного плана (определение порядка) выполнения подлежащих реализации изменений.

Обозначим через $(0, T)$ очередной плановый период. Пусть $Ch_0 = \{ch_{ji} | j \in J, i \in I_j\}$ - множество изменений $ch_{ji} = (b_{ji}, t_{ji}, k_{ji}, r_{ji})$, зарегистрированных поставщиком ИТ-услуг на момент времени $t = 0$. Здесь j – индекс бизнес-процесса, использующего сервис i – индекс подлежащего изменению ИТ-сервиса (s_{ji}), используемого бизнес-процессом j . Обозначим через V_*^T ресурсы, которые поставщик услуг может использовать для реализации изменений в плановом периоде $(0, T)$. Будем считать, что всегда выполняется неравенство:

$$V_*^T < \sum_{j \in J} \sum_{i \in I_j} b_{ji}. \quad (1)$$

Эффективность k_{ji}^{ch} изменения ch_{ji} сервиса s_{ji} определяется приращением эффективности k_{ji}^s сервиса в результате реализации изменения. Эффективность k^s сервиса зависит от значений показателей, описывающих его базовые характеристики: полезность, доступность, мощность, непрерывность, безопасность [1], рисунок 1. Для оценки эффективности сервиса целесообразно использовать метод (механизм) комплексного оценивания [2].

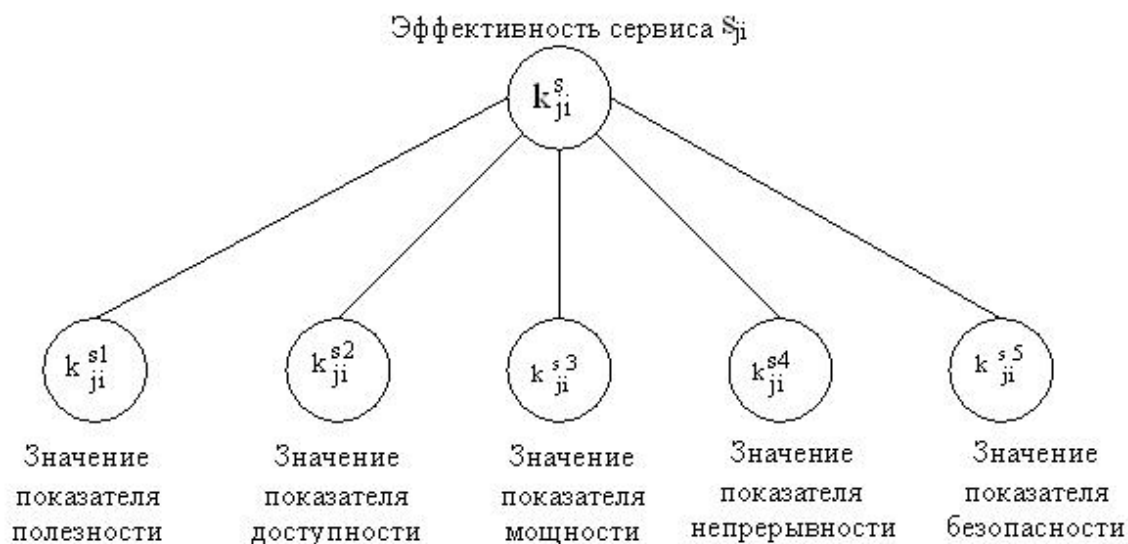


Рисунок 1 – Структура вектора эффективности сервиса

Положим:

$$k_{ji}^s = \sum_{l=1}^5 \omega_l k_{ji}^{sl}, \quad (2)$$

где $k_{ji}^{sl}, l = \overline{1,5}$, выражены в единой бальной шкале ранга R ; $\omega_l, l = \overline{1,5}$, - весовые коэффициенты отдельных показателей, $\sum_{l=1}^5 \omega_l = 1$.

Пусть k_{ji}^{s0} - значение эффективности сервиса s_{ji} на начало планируемого периода, а k_{ji}^{sT} - значение, получаемое в результате изменения. Тогда $k_{ji}^{ch} = k_{ji}^{sT} - k_{ji}^{s0}$. Эффективность K_T^{ch} множества изменений $Ch_T = \{ch_{ji} | j \in J, i \in I_j^T \subset I_j\} \subset Ch_0$, планируемых на период $(0, T)$ будет:

$$K_T^{ch} = \sum_{j \in J} \sum_{i \in I_j^T} k_{ji}^{ch}. \quad (3)$$

где I_j^T - множество индексов планируемых изменений. Причем $K_T^{ch} = K_T^s - K_0^s$, где

$$K_T^s = \sum_{j \in J} \sum_{i \in I_j^T} k_{ji}^{sT} \text{ и } K_0^s = \sum_{j \in J} \sum_{i \in I_j^T} k_{ji}^{s0}. \text{ Заметим, что}$$

$$0 \leq \sum_{j \in J} \sum_{i \in I_j^T} k_{ji}^{ch} = K_T^{ch} \leq \sum_{j \in J} \sum_{i \in I_j} k_{ji}^{ch} = K^{ch}. \quad (4)$$

Затраты на реализацию изменений сервисов варьируются в диапазоне:

$$0 \leq \sum_{j \in J} \sum_{i \in I_j^T} b_{ji} = B_T^{ch} \leq \sum_{j \in J} \sum_{i \in I_j} b_{ji}. \quad (5)$$

Некоторые из изменений (у которых $r_{ji} = 1$) несут значительные риски (например, могут не обеспечить ожидаемый уровень эффекта k_{ji} или снизить эффекты других эксплуатируемых ИТ-сервисов). Пусть $I_j = I_j^r \cup \overline{I_j^r}$, где I_j^r - индексы рисковых, а $\overline{I_j^r}$ - индексы нерисковых изменений. Аналогично для множества планируемых изменений: $I_j^T = I_j^{Tr} \cup \overline{I_j^{Tr}}$. Обозначим через B_*^r размер ресурсов, которыми поставщик услуг ограничивает свои затраты на рисковые проекты в периоде $(0, T)$:

$$B_T^r = \sum_{j \in J} \sum_{i \in I_j^r} b_{ji} \leq B_*^r \quad (6)$$

Для ЛПР, в сфере ответственности которого находится решение задачи 1, возможны два подхода к постановке задачи в зависимости от целеполагания. Если конкретные условия побуждают ЛПР выбрать в

качестве критерия эффективность K_T^{ch} множества подлежащих реализации изменений, то результатом такого выбора является прямая задача управления, состоящая в максимизации эффекта при ограничении на затраты (эффективность по цели [1]). Если же в качестве критерия ЛПР выбирает затраты B_T^{ch} на множество планируемых изменений - обратная задача управления (эффективность по затратам).

Заметим, что процесс управления изменениями, реализуемый поставщиком ИТ-услуг, предусматривает операцию оперативного присвоения зарегистрированному изменению ch_{ji} значение приоритета p_{ji} , которое качественно отражает степень важности изменения для потребителя. Это значение обычно используется для приближенного решения двух рассматриваемых задач посредством применения следующей эвристической процедуры:

Формирование упорядоченной последовательности из всех изменений $ch_{ji} \in Ch(0, T)$ в соответствии с убыванием значений их приоритетов p_{ji} :

$$(ch_{ji}^1, ch_{ji}^2, \dots, ch_{ji}^n, \dots, ch_{ji}^N \mid ch_{ji} \in ch(0, T), p_{ji}^1 \geq p_{ji}^2 \geq \dots p_{ji}^N), \quad (7)$$

$$\text{где } N = \sum_{j \in J} |\{ch_{ji} \mid i \in I_j\}|.$$

Формирование из последовательности (7) подпоследовательности рискованных изменений (отбором тех изменений, для которых $r_{ji} = 1$):

$$(ch_{ji}^1, ch_{ji}^2, \dots, ch_{ji}^L, \dots, ch_{ji}^L \mid r_{ji} = 1). \quad (8)$$

Исключение из подпоследовательности (8) тех первых $L(C_r^T)$ изменений, для которых:

$$\sum_{l=1}^{L(C_r^T)} b_{ji}^l \leq B_*^r. \quad (9)$$

Исключение из последовательности (7) оставшихся в подпоследовательности (7) $(L - L(C_r^T))$ изменений.

Формирование из полученной последовательности (7) подпоследовательности

$$Ch^T = (ch_{ji}^1, ch_{ji}^2, \dots, ch_{ji}^m, \dots, ch_{ji}^n) \quad (10)$$

отбором первых n изменений ch_{ji}^m , для которых

$$\sum_{m=1}^n b_{ji}^m \leq B_*^r \quad (11)$$

Полученная таким образом подпоследовательность (10) определяет множество и порядок реализации изменений в очередном плановом периоде.

Интуитивно понятно, что полученные решения задачи 1 и 2 являются «неплохими», так как алгоритм отбирает и упорядочивает изменения в соответствии со значениями оперативно присвоенных приоритетов.

1. Формирование оптимального по затратам множества изменений для реализации в очередном плановом периоде

Предположим, что ЛПР решил, что сложившимся условиям больше соответствует постановка задачи 1 в форме обратной задачи управления, то есть он решил минимизировать затраты B_T^{ch} на изменения при заданном уровне K_T^{ch} их эффективности. Введем целочисленную переменную x_{ji} :

$$x_{ji} = \begin{cases} 1, & \text{если изменение } ch_{ji} \text{ включается в план периода } (0, T) \\ 0, & \text{если изменение } ch_{ji} \text{ не включается в план периода } (0, T) \end{cases}.$$

Разобьем диапазон $(0, K_T)$ изменения K_T^{ch} (см.(3)) на четыре равных подинтервала и поставим в соответствие первому $(K_1 = 0 \leq K_T^{ch} < \frac{K_T}{4})$ 1 балл (не удовлетворительно), второму $(K_2 = \frac{K_T}{4} \leq K_T^{ch} < \frac{K_T}{2})$ - 2 балла (удовлетворительно), третьему $(K_3 = \frac{K_T}{2} \leq K_T^{ch} < \frac{3K_T}{4})$ - 3 балла (хорошо), четвертому $(K_4 = \frac{3K_T}{4} \leq K_T^{ch} < K_T)$ - 4 балла (отлично). Будем далее качественно оценивать эффективность сформированного множества Ch_T планируемых изменений с помощью соответствующего числа баллов.

Постановка задачи. С учетом сделанных замечаний формализуем задачу формирования множества изменений, подлежащих реализации в очередном плановом периоде $(0, T)$, следующим образом:

$$B(x) = \sum_{j \in J} \sum_{i \in I_j^T} b_{ji} x_{ji} \rightarrow \min \quad (12)$$

$$K(x) = \sum_{j \in J} \sum_{i \in I_j^T} k_{ji} x_{ji} \geq K, \quad (13)$$

$$B_T^r(x) = \sum_{j \in J} \sum_{i \in I_j^{Tr}} b_{ji} x_{ji} \leq B_*^r, \quad (14)$$

где $K \in \{K_1, K_2, K_3, K_4\}$.

Содержательно задача состоит в нахождении таких $x_{ji}, j \in J, i \in I_j$, которые обеспечивают выполнение неравенств (13) и (14) (то есть обеспечивают достижение заданного уровня K эффективности формируемого множества Ch_T изменений, в котором затраты на рискованные

проекты ограничены величиной B_*^r), и которые минимизируют затраты на реализацию планируемых изменений [3].

Декомпозиция и процедуры решения задачи (12) – (14). Функции $B(x)$, $K(x)$, $B_T^r(x)$ имеют структуру сетевого представления типа дерево [4]. Представления функции $C(x)$ приведено на рисунке 2. Здесь:

$$B(x_j) = B(x_j^r) + B(x_j^{\bar{r}}), \quad B(x_j^r) = \sum_{i \in I_j^r} b_{ji} x_{ji}, \quad B(x_j^{\bar{r}}) = \sum_{i \in I_j^{\bar{r}}} b_{ji} x_{ji}. \quad (15)$$

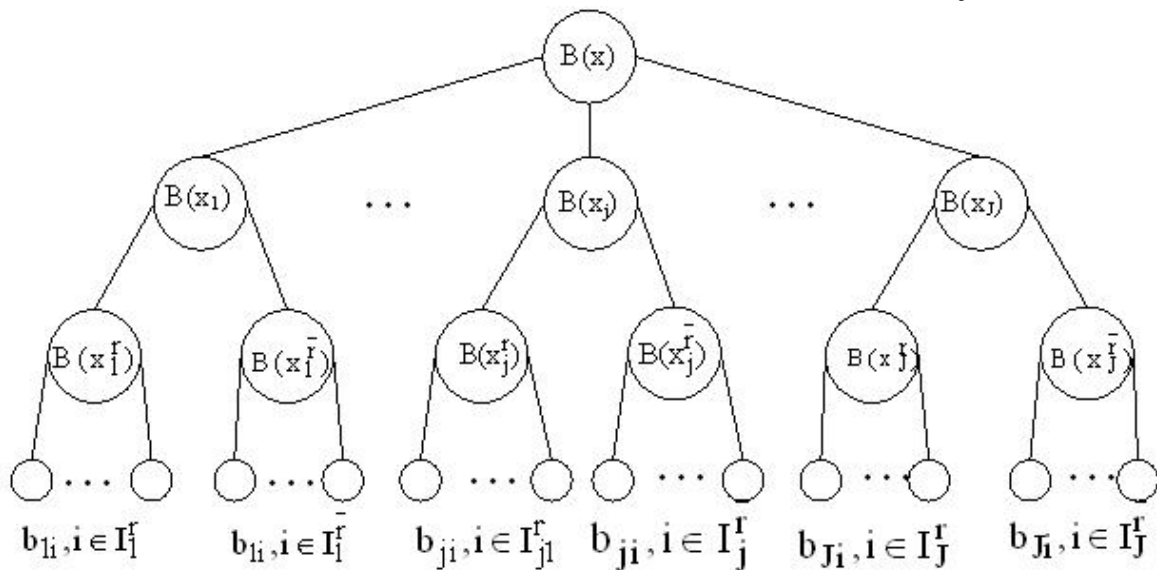


Рисунок 2 - Структура сетевого представления функции $B(x)$

В соответствии с процедурой дихотомического программирования осуществим декомпозицию исходной задачи (12) –(14) на $(3|J|+1)$ последовательно решаемых задач. При этом для каждого бизнес-процесса j решаются 3 задачи.

Первая задача. Определение значений переменных множества $x_j^r = \{x_{ji} \mid i \in I_j^r\}$ (рисковых изменений j -го бизнес-процесса), которые обеспечивают достижение оценкой $K(x_j^r)$ эффективности значения K_j^r и минимизируют затраты $B(x_j^r)$:

$$B(x_j^r) = \sum_{i \in I_j^r} b_{ji} x_{ji} \rightarrow \min \quad (16)$$

$$K(x_j^r) = \sum_{i \in I_j^r} k_{ji} x_{ji} \geq K_j^r, \quad (17)$$

где $K_j^r \in \{K_1, K_2, K_3, K_4\}$ и $0 \leq B(x_j^r) \leq B_*^r$.

Результаты решения первой задачи используем для построения зависимости:

$$B(x_j^r(K_j^r), K_j^r) = ([B(x_j^r(K_1)), K_1], [B(x_j^r(K_2)), K_2], \dots, [B(x_j^r(K_4)), K_4]) \quad (18)$$

минимальных затрат на рискованные изменения от полученного от них эффекта.

Вторая задача. Определение значений переменных множества $\bar{x}_j^r = \{x_{ji} \mid i \in \bar{I}_j^r\}$ (нерисковых изменений j -го бизнес-процесса), которые обеспечивают достижение оценкой $K(x_j^r)$ эффективности значения K_j^r и минимизируют затраты $B(x_j^r)$.

$$B(x_j^r) = \sum_{i \in \bar{I}_j^r} b_{ji} x_{ji} \rightarrow \min \quad (19)$$

$$K(x_j^r) = \sum_{i \in \bar{I}_j^r} k_{ji} x_{ji} \geq K_j^r, \quad (20)$$

где $K_j^r \in \{K_1, K_2, K_3, K_4\}$.

Результаты решения второй задачи используем для построения зависимости:

$$B(x_j^r(K_j^r), K_j^r) = ([B(x_j^r(K_1)), K_1], [B(x_j^r(K_2)), K_2], \dots, [B(x_j^r(K_4)), K_4]) \quad (21)$$

минимальных затрат на нерисковые изменения от полученного от них эффекта.

Третья задача. Определение значений переменных множества $x_j = \{x_{ji} \mid i \in I_j\}$ (рисковых и нерисковых изменений j -го бизнес-процесса), которые обеспечивают достижение оценкой $K(x_j) = (K(x_j^r) + K(x_j^r))$ эффективности значения K_j и минимизируют затраты

$$B(x_j) = (B(x_j^r) + B(x_j^r)):$$

$$B(x_j) \rightarrow \min \quad (22)$$

$$K(x_j) \geq K_j, \quad (23)$$

где $0 \leq B(x_j^r) \leq B_*^r$ и $K_j \in \{K_1, K_2, K_3, K_4\}$.

Результаты решения третьей задачи используем для построения зависимости:

$$B(x_j(K_j, B(x_j^r, K_j)), K_j, B(x_j^r, K_j)) \quad (24)$$

минимальных затрат $B(x_j)$ на рисковые и нерисковые изменения j -го бизнес-процесса от полученного от них эффекта K_j и затрат B_j^r на рисковые изменения.

Все сформулированные задачи либо являются, либо сводятся к задаче о ранце и имеют эффективные процедуры решения.

Решив сформулированные задачи для всех бизнес-процессов, получим $|J|$ зависимостей:

$$B(x_j(K_j, B(x_j^r, K_j)), K_j, B(x_j^r, K_j)), j \in J. \quad (25)$$

$(3|J|+1)$ -ая задача. Определения значений переменных множества $x = \{x_j \mid j \in J\}$, которые обеспечивают достижение оценкой $K(x)$ эффективности значения K и минимизируют затраты $B(x) = \sum_{j \in J} B(x_j)$, в

которых затраты на рисковые изменения ограничены величиной B_*^r :

$$B(x) = \sum_{j \in J} B(x_j) \rightarrow \min \quad (26)$$

$$K(x) = \sum_{j \in J} K(x_j) \geq K, \quad (27)$$

$$B^r(x_j) = \sum_{j \in J} B^r(x_j) \leq B_*^r, \quad (28)$$

где $K \in \{K_1, K_2, K_3, K_4\}$.

Решение этой задачи состоит в последовательном решении $(|J|-1)$ -ой подзадачи оптимизации в соответствии со структурой дихотомического представления системы комплексного оценивания (рисунок 2). На основе этого представления ЛПР, с учетом своих предпочтений и текущей ситуации, определяет порядок по парной свертки зависимостей (25) для отдельных бизнес-процессов и формирует (выбирает) соответствующие матрицы свертки.

Пусть $j_1 \in j_2$ два произвольных бизнес-процесса, а $B(x_{j_1}(K_{j_1}, B(x_{j_1}^r)), K_{j_1}, B(x_{j_1}^r))$ и $B(x_{j_2}(K_{j_2}, B(x_{j_2}^r)), K_{j_2}, B(x_{j_2}^r))$ - соответствующие им зависимости из (25). Подзадача оптимизации для этой пары бизнес-процессов формализуется следующим образом:

$$B(x_{j_1 j_2}) = \sum_{j \in \{j_1, j_2\}} B(x_j) \rightarrow \min \quad (29)$$

$$K(x_{j_1 j_2}) = \sum_{j \in \{j_1, j_2\}} K(x_j) \geq K, \quad (30)$$

$$B^r(x_{j_1 j_2}) = \sum_{j \in \{j_1, j_2\}} B^r(x_j) \leq B_*^r, \quad (31)$$

где $K \in \{K_1, K_2, K_3, K_4\}$.

В соответствии с механизмом комплексного оценивания алгоритм решения подзадачи (29)-(31) состоит в следующем. Для каждой оценки $K_{j_1 j_2}$, $K_{j_1 j_2} \in \{K_1, K_2, K_3, K_4\}$, определяем множество $\mathfrak{R}_K$ пар $(k(j_1), k(j_2))$ оценок направлений $j_1 \in j_2$, дающих (согласно матрице свертки) значение $K_{j_1 j_2}$ обобщенной оценке. Для каждой такой пары $(k(j_1), k(j_2)) \in \mathfrak{R}_K$ вычисляем

$$\begin{aligned} & B(x_{j_1 j_2}(K_{j_1 j_2}, B(x_{j_1 j_2}^r, K_{j_1 j_2})), K_{j_1 j_2}, B(x_{j_1 j_2}^r, K_{j_1 j_2})) = \\ & = \min \{B[x_{j_1}(k(j_1), B(x_{j_1}^r, k(j_1))), k(j_1), B(x_{j_1}^r, k(j_1))]] + \\ & + B[x_{j_2}(k(j_2), B(x_{j_2}^r, k(j_2))), k(j_2), B(x_{j_2}^r, k(j_2))]]\} \end{aligned} \quad (32)$$

с учетом ограничения $B(x_{j_1}^r) + B(x_{j_2}^r) \leq B_*^r$.

Выполнив (32) для всех значений $K_{j_1 j_2}$, $K_{j_1 j_2} \in \{K_1, K_2, K_3, K_4\}$, получаем зависимость минимальных затрат от соответствующих значений оценок эффективности для бизнес-процессов $j_1 \in j_2$, учитывающую ограничения на рискованные изменения.

Последовательно решая посредством изложенного алгоритма и в соответствии с деревом свертки зависимостей (25) все $(|J|-1)$ подзадачи, получим решение задачи (26)-(28), которое и будет решением исходной задачи (12)-(14).

2. Построение оптимального по эффективности порядка выполнения подлежащих реализации изменений

Пусть $t_{ji} = (t_{ji}^1, t_{ji}^{\hat{e}})$ - интервал времени реализации изменения ch_{ji} . Тогда $(T - t_{ji}^{\hat{e}})$ и $k_{ji}(T - t_{ji}^{\hat{e}})$ - длительность интервала времени использования потребителем обновленного сервиса s_{ji} в плановом периоде $(0, T)$ и, соответственно, эффект, который он получит. Простейшая постановка задачи календарного планирования выполнения изменений, не накладывающая никаких ограничений на порядок их реализации, имеет вид. Найти такой порядок реализации изменений, для которого

$$\sum_{j \in J} \sum_{i \in I_j} k_{ji}(T - t_{ji}^{\hat{e}}) \rightarrow \max. \quad (33)$$

Для ее решения целесообразно применить метод «затраты – эффект»[2]. Определим в качестве эффективности p_{ji} изменения ch_{ji} величину k_{ji} / c_{ji} , характеризующую эффект от изменения, приходящийся на единицу затрат. Тогда оптимальной последовательностью реализации изменений будет

$$(ch_{ji}^1, ch_{ji}^2, \dots, ch_{ji}^n, \dots, ch_{ji}^N \mid p_{ji}^1 \geq p_{ji}^2 \geq \dots p_{ji}^N), \quad (34)$$

где N – количество изменений, подлежащих реализации в периоде $(0, T)$.

Заключение. Приведенные постановки двух задач управления изменениями ИТ-сервисов могут не учитывать некоторые важные для ЛПР обстоятельства. Например, некоторые изменения могут быть зависимыми в том смысле, что их совместная реализация приносит дополнительный синергетический эффект [5]. Учет циклического характера применения многих ИТ-сервисов может также существенно изменить постановки задач. Учет многообразия обстоятельств, которые для ЛПР могут оказаться важными, переводит рассматриваемые задачи в класс слабоструктуризованных задач, требующих для своего решения многоструктурного подхода [6].

Библиографический список.

1. Основы управления жизненным циклом сервисов систем информатики и автоматизации (лучшие практики ITIL): учеб. пособие / В. В. Зимин, А. А. Ивушкин, С. М. Кулаков, К. А. Ивушкин. – Кемерово: Кузбассвуиздат, 2013. – 500 с.
2. Механизмы управления: учебное пособие / под редакцией Д.А. НОВИКОВА. -М.: ЛЕНАНД, 2011. – 192 с.
3. Селезнев, А.А Формирование программы регионального развития с учетом рисков проектов / А.А Селезнев, В.Н. Бурков, В.В. Зимин // Экономика и менеджмент систем управления.-2014.- №3(13). – С.58 -66.
4. Буркова, И.В. Метод сетевого программирования в задачах управления проектами: диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук: 05.13.10/ И.В.Буркова.- Москва, ИПУ, 2012. -181 с.
5. Селезнев, А.А Построение календарного плана программы регионального развития с учетом взаимозависимости проектов / А.А Селезнев, В.Н. Бурков, В.В. Зимин// Системы управления и информационные технологии.-2014.-№ 3(57).- С.45-48.
6. Зимин В.В. Построение согласованных расписаний для производственных звеньев комплекса «сталь-прокат». / Дис. канд. техн. наук: 051306. – Москва, МИСиС, 1979.- 219с.

V.V. Zimin

Mechanisms of optimum control of changes of IT services

Abstract. Substantial and mathematical statements of two important problems of management of IT services are given in article: formation of a set of the changes which are subject to realization in the next planning period and development of the planned schedule (definition of an order) of performance of the changes which are subject to realization. The procedures of the solution of tasks developed on the basis of known mechanisms of organizational management are given: complex estimation, dichotomizing programming, expenses effect method.

КЛАССИФИКАЦИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ НА ОСНОВЕ БАЗЫ ЗНАНИЙ SQL-ТИПА

Аннотация. В статье рассматриваются алгоритмы классификации знаний в базах данных в виде методов распознавания изображений в обычной реализации на языке программирования с++ и в виде хранимой процедуры.

Ключевые слова: Распознавание изображений, алгоритмы распознавания, метод ближайшего соседа, базы данных SQL.

Introduction. The present article belongs to quite a modern developing area of recognizing images via video recording with the usage of large databases. This is applied through the SQL programming language, which allows to implement creation of these databases with large amounts of data. The general purpose of this paper is to describe implementation and examination the most frequently applied in practice methods of image recognition and selection the most effective of them. Studies relating to this area are easily adapted for practical purposes and bring about considerable improvements in the efficiency of using detecting algorithms. In the future, it seems worthwhile to update information on the theory of the usage of image recognition and develop the selected algorithm. Further research would be fruitful in terms of probing other important aspects of efficiency of implementing the most popular image recognition algorithms.

Currently there is a proliferation of systems of automatic image recognition (computer vision, face detection thought photo and video). Despite the widespread commercialization of the software market, research in this field does not stop because the efficiency of the algorithms that implement image recognition is far from ideal. One of the known methods of increasing the speed of recognition are algorithms for the approximate nearest neighbor search, which return patterns with high probability, which is closest (in the sense of distance of Manhattan, Euclidean and Chi-square between the analyzed traits) neighbor to the input image, but do not require exhaustive search of the entire database standards [1].

The purpose of this work consists in the experimental study to improve the computational efficiency of knowledge discovery in databases based on the implementation of classification methods in the form of SQL stored procedures. There are set and solved the problem of implementation of the method of nearest neighbor search in the form of SQL stored procedures that implement the classification images for different distances: Manhattan, Euclidean and Chi-square,

and experimental studies using the test project, which produces its work with the data base of persons FERET.

Implementation of algorithms for approximate nearest-neighbor search in the form of SQL stored procedures. To solve the problem of classification in the process of knowledge discovery in databases was used for the task of image recognition by the method of nearest neighbor search. First of all, for the input image of the detected object X with height U and width V is pre-processing (normalization of illumination, histogram equalization, median filtering, etc.). Further segmentation is performed on blocks of $K_1 \times K_2$ fixed size and are computed as the gradient direction, a set of values which is divided into N parts and each segment calculate the histogram (HOG, Histograms of Oriented Gradients) $H(k_1, k_2) = [w_1(k_1, k_2), \dots, w_N(k_1, k_2)]$. It is assumed that the database contains the patterns X_r with height U_r and width V_r , which are also broken down into $K_1 \times K_2$ fragments and for each block compute the histogram of gradients directions $H_r(k_1, k_2) = [\theta_1^{(r)}(k_1, k_2), \dots, \theta_N^{(r)}(k_1, k_2)]$. Neighbors of segment sections (k_1, k_2) are considered to be sections $(\tilde{k}_1, \tilde{k}_2)$, such as $|\tilde{k}_1 - k_1| \leq \Delta$ and $|\tilde{k}_2 - k_2| \leq \Delta$, where the parameter Δ determines the size of the area. The solution of the problem is in the following form [2]

$$v = \arg \min_{r \in \{1, \dots, R\}} \left(\sum_{k_1=1}^{K_1} \sum_{k_2=1}^{K_2} \min_{|\Delta_1| \leq \Delta, |\Delta_2| \leq \Delta} \rho(H(k_1, k_2), H_r(k_1 + \Delta_1, k_2 + \Delta_2)) - \ln p_r \right) \quad (1)$$

where $\rho(H_r(k_1 + \Delta_1, k_2 + \Delta_2), H(k_1, k_2))$ is a measure of closeness between histograms signs block (k_1, k_2) the input image and a standart image.

For the storage of information of all the standard images there was used the model "Entity-Attribute-Value" (EAV) [3], according to which the featured images are stored in a table consisting of three attributes:

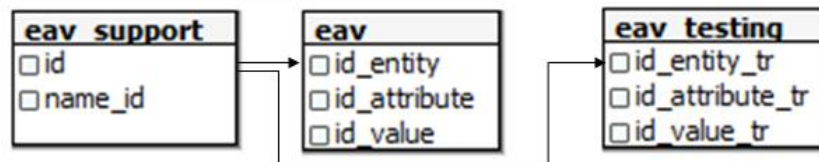
- 1) Entity - an entity identifier (specific image) - foreign key to a table that stores general information: class and the ID of the person depicted.
- 2) Attribute - the number of the attribute (tag). The number of signs corresponds to the number of attributes.
- 3) Value - the value of the attribute number "Attribute" for the image with the number "Entity".

The primary key is a pair of Entity-Attribute. For such a model using the PostgreSQL DBMS was created a database that has three tables (Pic.1):

- 1st table contains the id or the class name;
- 2nd table is created on the EAV model and contains the id of an standart image, the numbers of attributes and their values;

- 3rd table is the same table to the 2nd, but it contains the characteristic values of the test images for research.

Then using Eclipse program characteristic values and class names were transferred into the database from files FERET.



Pic.1. Tables of the database EAV.

Method of nearest neighbor search is implemented as an SQL stored procedure, to reduce the time for image classification. In the following table 1 shows an example of an SQL stored procedure that implements the classification images for the distance of Manhattan without the effect of alignment ($\Delta = 0$).

```

DELIMITER //
CREATE PROCEDURE search_0_0 (@testFeatures FLOAT)
begin
  DECLARE best_ind = (SELECT name_id FROM EAV_support HAVING
MIN(SELECT SUM((EAV.id_value-EAV_testing.id_value_tr)*(EAV.id_value-
EAV_testing.id_value_tr)) FROM EAV,EAV_testing WHERE
EAV_testing.id_entity_tr=@testFeatures AND
EAV.id_attribute=EAV_testing.id_attribute_tr));
  return best_ind
end //
  
```

Tab.1. The source code of the stored procedure of classification.

The results of the study. To conduct this research the project on the programming language C++ in Visual Studio 2010, which implements the test image recognition or, in other words, it classifies the image according to its characteristics, was used. The program reads the signs of the test image and reads the featured image as the standard, then the method of nearest neighbor search finds the closest class indication of the standart image for the test image, thus the project produces detection image.

For the experiment used a standard database of photographs of persons FERET, which includes image 2413 images of individuals representing 856 people. For this work we used data about 1288 people. Part of the data images of the FERET database has been described using the method of component histograms of HOG that was modified specifically for this library. Thus, this study used the FERET database files that contain information about the classes and gradient histograms. Information in these files is obtained by the conversion. When the process of recognition of images each divided into a square grid of size 10×10 , each cell calculates the orientation of the gradient and their histogram of the 8 values are calculated. Thus, each image is obtained 800 feature value in the feature vector, which is used in the method of nearest neighbor search.

This study was conducted for two types of classifications of images: effect of alignment ($\Delta=1$) and without ($\Delta=0$). When $\Delta=0$ align histograms in the nearest neighbor search is not happening, then there only 8 values of the histogram of the test image are compared with 8-bit values of the histogram of an image reference. For $\Delta=1$ the leveling of histograms, that is, with 8 signs of a test image are compared 9 signs image standard. Thus, obtaining a higher recognition accuracy.

Also during the experiments, it was calculated the average time of reading information from the database using classification algorithms in C++, which amounted 20,46 seconds. Value to the input is transmitted of the test attribute, and the output returns the name of the class that has the least distance between the attribute values of the test image and the standart image.

All the main results of the experiment are presented in table 2.

Implementation	Δ	Distance	Total time,s	Average time,s	Accuracy,%
C++	0	Manhattan	7,839	0,0061	91,69
Stored procedure	0	Manhattan	2,223	0,0017	91,69
C++	1	Manhattan	62,776	0,0487	92,77
Stored procedure	1	Manhattan	22,498	0,0175	92,77
C++	0	Euclid	8,117	0,0063	89,98
Stored procedure	0	Euclid	2,561	0,0019	89,98
C++	1	Euclid	68,128	0,0529	91,14
Stored procedure	1	Euclid	23,503	0,0182	91,14
C++	0	Chi-square	20,894	0,0162	91,69
Stored procedure	0	Chi-square	3,054	0,0024	91,69
C++	1	Chi-square	141,389	0,1098	93,24
Stored procedure	1	Chi-square	23,714	0,0184	93,24

Tab.2. The results of the method of the nearest neighbor search implementation.

The usage of the SQL language accelerated algorithm for image classification. The average working time decreased by 75%. The accuracy of the implemented stored procedures matches the accuracy of the standard method of nearest neighbor search, which confirms the correctness of writing stored procedures. It should also be noted that when using the effect of leveling the implementation time is greatly increased relative to the use of this method without the effect of alignment.

Conclusion. In the present work revealed that the usage of the SQL language greatly speeds up the work of classification algorithms, as has been experimentally proved on the example of using the nearest neighbor search algorithm for recognition of face images FERET database. The nearest neighbour algorithm was implemented in the form of stored procedures for distances of Manhattan, Euclidean and Chi-square. Were also carried out experimental studies presented above algorithms using a test project that implements the classification images.

References

1. Muja M., Lowe D., Fast Approximate Nearest Neighbors with Automatic Algorithm Configuration // Proc. of International Conference on Computer Vision Theory and Applications (VISAPP'09).– 2009.– 331-340
2. Savchenko A.V. Nonlinear Transformation of the Distance Function in the Nearest Neighbor Image Recognition // In Proc. of Int. Conf. on Computational Modeling of Objects Presented in Images (CompIMAGE 2014), LNCS.– 2014.– Vol. 8641.– P.261-266.
3. Wróblewski J., Stawicki S., Kryszkiewicz M. : SQL - Based KDD with Infobright' s RDBMS: Attributes, Reducts, Trees; LNAI 8537, pp. 28–41 (2014).

» E.Yu.Zimina, A.V.Savchenko

» **Image classification with the SQL-based knowlede discovery in databases.**

» **Abstract.** The paper includes the research of the image classification algorithms on the in a common implementation on the c++ language and in forms of stored procedure.

» **Keywords:** Image, classification, algorithm, nearest neighbour search, postgresQL, image recognition, SQL database.

УДК 519.688

В.А. Конев

ФГБОУ ВПО "Рязанский государственный радиотехнический университет", Рязань, Россия.

РЕАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМА ОТБОРА ЗНАЧИМЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРИ АНАЛИЗЕ ГЕТЕРОГЕННЫХ ДАННЫХ БОЛЬШОЙ РАЗМЕРНОСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕОРИИ НЕЧЕТКИХ МНОЖЕСТВ

Аннотация. В статье рассматривается применение теории нечетких множеств для решения задачи отбора значимых характеристик при анализе гетерогенных данных большой размерности.

Ключевые слова: Анализ данных, нечеткие множества, подготовка исходных данных.

Развитие информационных технологий способствует автоматизации повседневной человеческой деятельности и, как следствие, влечет за собой накопление созданной и реплицированной информации в базах данных, ежедневно обрабатываемой специалистами. Зачастую данные многомерны, с множеством характеристик, поэтому целесообразно перед началом обработки данных провести отбор наиболее значимых признаков [3]. Дополнительную сложность для анализа вызывает принадлежность значений характеристик к различным типам данным, чаще всего, к количественным, категориальным и номинальным [1].

В качестве подхода, решающего описанные выше проблемы, предлагается применение алгоритма отбора характеристик, основанного на теории нечетких множеств. Примем за $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ исходный набор характеристик, где n – количество характеристик. Каждый из элементов $x_1, x_2, \dots, x_n$ принадлежит исходному нечеткому множеству A с некоторой соответствующей ему степенью принадлежности $\mu_A(x)$, принимающей значения из промежутка $[0,1]$, то есть [4, 5]:

$$A = \{(x, \mu_A(x)) \mid x \in X\} \quad (1)$$

Тогда итоговым множеством, полученным в результате отбора, будет α -срез нечеткого множества $A \subseteq X$, то есть такое четкое множество, обозначаемое как A_α , что [7]:

$$A_\alpha = \{x \in X \mid \mu_A(x) \geq \alpha\} \quad (2)$$

то есть множество, определяемое следующей характеристической функцией (функцией принадлежности) [7]:

$$\chi_{A\alpha}(x) = \begin{cases} 0, \mu_A(x) < \alpha \\ 1, \mu_A(x) \geq \alpha \end{cases} \quad (3)$$

где α – пороговое значение функции принадлежности; характеристики с меньшим значением в итоговый набор не включаются. Значение $\chi_{A\alpha}(x)$, равное 0, означает, что данная характеристика не включается в итоговый набор, равное 1 – что включается.

В качестве функции принадлежности будет выступать степень тесноты зависимости между характеристиками. Для определения степени тесноты зависимости между количественными характеристиками a и b , предлагается использовать линейный коэффициент корреляции $cor(a, b)$, который принимает значения из отрезка $[-1; 1]$ или по модулю $[0; 1]$. Чем ближе он к 1, тем теснее связь [6]. Знак указывает направление связи: «+» – прямая зависимость, «-» имеет место при обратной зависимости. Формула (3) для коэффициента корреляции примет вид:

$$\chi_{A\alpha}(a) = \begin{cases} 0, cor(a, b) < \alpha \\ 1, cor(a, b) \geq \alpha \end{cases} \quad (4)$$

Линейный коэффициент корреляции рассчитывается по формулам:

$$cor(a, b) = \frac{\sum_{i=1}^p (a_i - \bar{a})(b_i - \bar{b})}{p\sigma_a\sigma_b} = \frac{\sum_{i=1}^p (a_i - \bar{a})(b_i - \bar{b})}{\sqrt{\sum_{i=1}^p (a_i - \bar{a})^2 \sum_{i=1}^p (b_i - \bar{b})^2}}, \quad (5)$$

где a_i, b_i – значения элементов выборки по характеристикам; $\bar{a}, \bar{b}$ – средние значения; p – размер выборки; σ – среднее квадратичное отклонение.

В качестве порогового значения α для количественных характеристик выбрано значение коэффициента корреляции равное 0.3, согласно шкале Чеддока.

Стоит заметить, что если значения не подчиняются нормальному закону распределения или содержат аномалии [2], то лучше воспользоваться коэффициентом ранговой корреляции Спирмена [6].

Для определения степени тесноты зависимости между качественными характеристиками a и b решено использовать коэффициент взаимной сопряженности Пирсона $K_p(a, b)$, который также называют коэффициентом корреляции качественных характеристик [6]. Между качественными характеристиками не существует обратной зависимости, поэтому коэффициент $K_p(a, b)$ принимает значения из отрезка $[0; 1]$.

Формула (3), для коэффициента взаимной сопряженности Пирсона примет вид:

$$\chi_{A\alpha}(a) = \begin{cases} 0, K_p(a, b) < \alpha \\ 1, K_p(a, b) \geq \alpha \end{cases} \quad (6)$$

Формулы для расчета коэффициента взаимной сопряженности:

$$K_p(a, b) = \sqrt{\frac{\varphi^2}{1 + \varphi^2}} \quad (7),$$

$$\varphi^2 = \left(\frac{c_{11}}{\sum_{i=1}^m c_{i1} \sum_{j=1}^n c_{1j}} + \frac{c_{12}}{\sum_{i=1}^m c_{i1} \sum_{j=1}^n c_{2j}} + \dots + \frac{c_{mn}}{\sum_{i=1}^m c_{in} \sum_{j=1}^n c_{mj}} \right) - 1 \quad (8),$$

где φ^2 – показатель средней квадратичной сопряженности; c_{ij} – частота взаимного сочетания значений a_i и b_j ; p – размер выборки, а также таблица частот взаимного сочетания (1).

Таблица 1 – Таблица частот взаимного сочетания

Значения характеристики а	Значения характеристики b				Итого:
	b_1	b_2	...	b_m	
a_1	c_{11}	c_{12}	...	c_{1n}	$\sum_{j=1}^n c_{1j}$
a_2	c_{21}	c_{22}	...	c_{2n}	$\sum_{j=1}^n c_{2j}$
...	...	...	...	...	...
a_n	c_{n1}	c_{n2}	...	c_{nn}	$\sum_{j=1}^n c_{nj}$
Итого:	$\sum_{i=1}^m c_{i1}$	$\sum_{i=1}^m c_{i2}$	...	$\sum_{i=1}^m c_{in}$	p

В качестве порогового значения α для качественных характеристик выбрано значение коэффициента сопряженности равное 0.3, согласно шкале Чеддока.

Как в первом, так и во втором случае, выбранным значением по шкале Чеддока можно регулировать «жесткость» отбора характеристик. Выбор данного числа также зависит от вариативности значений характеристик – чем больший словарь значений, тем меньшее α стоит выбрать.

В итоговое множество A_α включаются те из характеристик $\{x_1, x_2, \dots, x_n\}$, функции принадлежности $\chi_{A_\alpha}(x)$ которых (при попарном сравнении) равны 1.

Вычислительная сложность алгоритма соответствует сложности вычисления выбранных коэффициентов и во многом зависит от исходных данных.

Испытание алгоритма проводилось на наборе данных *Sponge Data Set*, представленном в репозитории машинного обучения Университета Калифорнии в Ирвайне [8]. Набор содержит 75 записей о морских губках, априорно принадлежащим двенадцати классам (27 номинальных характеристик, 15 категориальных и 3 количественных, по два-три возможных значения). Вычисления производились на персональном компьютере TOSHIBA с процессором Intel(R) Core(TM) i3-2310M, 2 Gb оперативной памяти. Алгоритм был реализован на языке программирования C#. Время работы на приведенном наборе данных составило 2 секунды и 68 миллисекунд. По окончании работы было предложено не включать в итоговый набор несколько атрибутов булева типа с существенными пропусками значений и незначительно влияющими на набор в целом.

Подводя итог, следует отметить целесообразность применения приведенного алгоритма для решения проблемы отбора характеристик с гетерогенными значениями.

Существенный интерес представляет использование предлагаемого алгоритма отбора значимых характеристик при разработке кластерных ансамблей [9].

Библиографический список

1. Konev V.A. An adequate tools selection for data analysis of heterogeneous type//Modern informatization problems in economics and safety Proceedings of the XX-th International Open Science Conference. Yelm, USA, 2015. P. 98-102.
2. Demidova L.A., Konev V.A., Suhov N.Yu. Aspects of development of the intellectual software complex for anomalies detection in the data stream//Modern informatization problems: proc. of the XIX-th Int. Open Science Conf. Yelm, WA, USA, 2014. C. 160-166.
3. Конев В.А. Проблемы подготовки исходной информации для решения задач кластеризации данных большой размерности. В сборнике: Задачи системного анализа, управления и обработки информации Межвузовский сборник научных трудов. Под общей редакцией Е. В. Никульчева. Москва, 2015. С. 63-67.
4. Демидова Л.А., Кираковский В.В., Пылькин А.Н. Принятие решений в условиях неопределенности. М.: Горячая линия-Телеком, 2012. 288 с.
5. Демидова Л.А., Кираковский В.В., Пылькин А.Н. Алгоритмы и системы нечеткого вывода при решении задач диагностики городских инженерных коммуникаций в среде MATLAB. М.: Радио и связь, Горячая линия-Телеком, 2005. 365 с.
6. Кибзун А.И., Горяинова Е.Р., Наумов А.В., Сиротин А.Н. Теория вероятностей и математическая статистика. Базовый курс с примерами и задачами / Учебн. пособие. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2002 с.

7. Кофман А. Введение в теорию нечетких множеств. М.: Радио и связь, 1982. 432 с.
8. <https://archive.ics.uci.edu/ml/datasets/Sponge>
9. Демидова Л.А., Тишкин Р.В., Юдаков А.А. Разработка ансамбля алгоритмов кластеризации на основе матриц подобия меток кластеров и алгоритма спектральной факторизации // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. 2013. № 4-1 (46). С. 9-17.

~ V.A. Konev

~ **Realization of significant characteristics' selection algorithm in the analysis of heterogeneous data of big dimension using the fuzzy set theory.**

~ **Abstract.** The paper discusses the using of fuzzy set theory to solve the selection problem of significant characteristics in heterogeneous data analysis of high dimensionality.

~ **Keywords:** Data analysis, fuzzy sets, input data preparation.

УДК 004.75

О.Я. Кравец, А.И. Сукачев

ГОУ ВПО "Воронежский государственный технический университет",
Воронеж, Россия

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА СИНХРОННОГО ПРЕРЫВАНИЯ В АДАПТИВНОЙ МОДЕЛИ ПОВЕДЕНИЯ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Аннотация. В статье разработан алгоритм синхронного прерывания в адаптивной модели поведения распределенных информационных систем.

Ключевые слова: информационные системы, адаптивная модель, взаимодействие, алгоритм, сообщения.

В этой статье будет рассмотрен вопрос синхронного прерывания в адаптивной модели поведения распределённых программных систем.

Рассмотрим две стороны А и В, которые обмениваются сообщениями, а также существует стохастический канал Е, который мешает осуществлять взаимодействие. Предположим, что существует алгоритм, который позволяет сторонам поделить случайную строку искаженного сообщения.

Предположим, что стороны в процессе передачи информации используют специальный прерывающий сигнал, который срабатывает, только когда одна из сторон завершает передачу, причем таким образом, что другая сторона немедленно уведомляется об этом событии. После того, как этот сигнал срабатывает, канал Е становится неактивным, таким образом стороны не могут далее передавать сообщения, и обоим сторонам необходимо на выходе установить некоторое значение. В контексте распределённых процессов, где модели канала связи - это шумный автобус, такая модель сигнала прерывания сигнализирует о том, что непосредственно соединяет процессы которые наименее склонны к шуму.

Предложение. Для любого $\varepsilon > 0$ и любой функции $f: X \times Y \rightarrow Z$ существует π протокол в $M_{\text{адр}}$ модели, которая правильно вычисляет f , если относительный уровень шума не более $1 - \varepsilon$, предполагая, что стороны соединены сигналом прерывания.

Доказательство. В некотором смысле, сигнал прерывания тривиализирует проблему, так как она позволяет передавать информацию без увеличения сложности связи: Действительно, если А кодирует тишину и свой вход (отправка 1 символа), а затем В в тишине кодирует свой вход, то вместо передачи символов они прерываются на соответствующем раунде, таким образом А узнает его вход, и как только один символ передастся, в этом случае

протокол будет противостоять любому уровню шума < 1 . Покажем теперь другой алгоритм, который не полагается на использование сигнала прерывания для связи - то есть, сигнал прерывания является срабатывающим только тогда, когда одна из сторон " прерывает " и вводит $\perp$.

Рассмотрим следующий входной алгоритм $x_i, y_j \in X \times Y$.

1. А молчит кодируя свой вход x_i , а именно, она ждет $(i - 1)$ раундов, а затем отправляет символ σ .

2. В, ждет $|X|$ раундов, пытаясь расшифровать вход А и адаптивно - прежнему в соответствии с следующими случаями.

(а) Если вход А не может быть однозначно определен, В прерывается.

(б) В противном случае, В получает некоторый входной x_i . В кодирует строки (x_i, y_j) с помощью кодирования k молчания. В частности, он ждет $((i-1) |Y| + (j - 1)) k$ раундов, а затем связывает символ σ при k последовательных раундах. Таким образом значение x выбирается как «блок» размерности $k|Y|$, а значение y выбирается, как диапазон из k символов этого блока.

(в) После чего В завершает передачу k символов и выводит $f(x_i, y_j)$

3. Сторона А ожидает увидеть ровно k символов между раундами $|X| + (i - 1)k|Y|$ и $|X| + ik|Y|$. Если она принимает передачу вне этой области, она прерывается. Для раунда $|X| + ik|Y| + 1$ А расшифровывает кодовое слово В и расшифровывает y_i иллюстрируя знак, если кодовое слово не может быть однозначно декодировано. Тогда А заканчивает и выводит $f(x_i, y_j)$ или $\perp$, соответственно.

Всякий раз, когда сигнал прерывания срабатывает, то другая сторона выводит $\perp$. Проанализируем теперь максимальный относительный уровень шума терпимый этим алгоритма. Е может выполнять одна одну из следующих атак:

- Е вызывает неоднозначность в сообщения А. В прерывает на раунде $|X|$. А передает 1 символ, и Е изменяет его не менее чем за 1 раунд при уровне шума ≥ 1 .

- Е меняет сообщения А, так что бы В расшифровывал неправильные значения x_i .

- Е вводит символы перед раундами $|X| + (i - 1)k|Y|$. А прерывается при первом принятом символе и уровне шума $= 1$.

- Е удаляет сообщения В (т.е. создает двусмысленность). При этом это стоит ей, по крайней мере k искажений делая ставку на шум $> \frac{k}{k+1}$.

Установка k может принимать большие значения таким образом что бы $\frac{k}{k+1} > 1 - \varepsilon$ доказательство завершено.

Характеристика функции с $CC^{adp}(\perp) = 1$. Если мы не будем заботиться о раундах сложности, тогда не будет не какого шума и тогда любая функция в M^{adp} модели будет иметь $CC^{adp}(\perp) \leq 2$ по тривиальному протоколу, в

котором каждая из сторон в тишине кодирует свой вклад. Интересно спросить, какие функции есть с $CC^{adp}(\perp) \leq 1$ в этой модели, так как такие функции могут естественно противостоять более высокому уровню шума. Это понятно, что функции с $CC^{adp}(\perp) = 0$ функции постоянны. В Приложении В мы даем полную характеристику функций с $CC^{adp}(\perp) = 1$. Покажем, что это семейство функций непустые и содержит несколько "нетривиальных" функций, таких как $\min(x, y)$. Из этого класса любая логическая монотонная функция может противостоять частоте ошибок до 1.

Библиографический список

1. Mark Braverman and Anup Rao. Towards coding for maximum errors in interactive communication. In Proceedings of the 43rd annual ACM symposium on Theory of computing, STOC '11, pages 159–166, New York, NY, USA, 2011. ACM.
2. Matthew Franklin, Ran Gelles, Rafail Ostrovsky, and Leonard J. Schulman. Optimal coding for streaming authentication and interactive communication. In Ran Canetti and Juan A. Garay, editors, Advances in Cryptology – CRYPTO 2013, volume 8043 of LNCS, pages 258–276. Springer Berlin Heidelberg, 2013.
3. Kravets O. Ja. Sukachev A.I. To the interactive intermodular interaction research in the channel noise conditions on the encoding techniques basis. Modern information problems: Proceedings of the XIX-th International Open Conference (Yelm, WA, USA, January 2014)/ Editor in Chief Dr. Sci., Prof. O. Ja. Kravets. – Yelm, WA, USA: Science Book Publishing House, 2014.-184 p.
4. Kravets O. Ja. Sukachev A.I. Development of the adaptive model algorithm of program systems interaction taking into account intensive cross-client data transfer. Modern informatization problems in the technological and telecommunication systems analysis and synthesis Proceedings of the XX-th International Open Science Conference (Yelm, WA, USA, January 2015). Editor in Chief Dr. Sci., Prof. O.Ja. Kravets. Yelm, WA, USA, 2015. C. 404-410.

~ O. Ja. Kravets, A.I. Sukachev

Development of an algorithm for adaptive synchronous interrupt behaviors of distributed information systems

Abstract. In this article the algorithm of simultaneous interruption in the adaptive behaviors of distributed information systems.

Keywords: information systems, adaptive model, interaction, algorithm, message.

УДК 004.42

Д.И. Некрасов, О.Б. Кремер

ФГБОУ ВПО Воронежский государственный технический университет,
Воронеж, Россия.

РАЗРАБОТКА САЙТА ДЛЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ ПОДДЕРЖКИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И МОНТАЖА КОМПЬЮТЕРНЫХ СЕТЕЙ

Аннотация. В статье рассматриваются основные этапы разработки сайта на основе базы данных, хранящей информацию о проектировании и монтаже компьютерных сетей, а также создание режима работы для управления данными.

Ключевые слова: Сайт, MySQL, база данных, PHP, компьютерные сети.

Современная всемирная сеть содержит большое количество разнообразной информации, поисковая система на запрос о проектировании компьютерных систем нашла два миллиона страниц, удовлетворяющих данным ключевым словам. Поэтому разработка сайта, предназначенного для оказания информационной помощи организациям, которые планируют создавать или модернизировать компьютерные сети (КС), является актуальной.

Web-сайт - это структурированная специальным образом информация, которая размещена на сервере и является открытой пользователям сети как для свободного, так и для ограниченного доступа к ней [1].

Разрабатываемый сайт предназначен для оказания информационной помощи организациям, которые планируют создать или модернизировать компьютерные сети. Для удобства поддержки и предъявления информация о компьютерных сетях систематизирована и представлена в виде БД.

В данной статье рассматриваются основные этапы разработки сайта и приведены результаты работы – сайт, размещенный на сервере в интернете.

К основным этапам разработки сайта для работы с базой данных (БД) можно отнести следующие:

- определение требований к разрабатываемому сайту;
- разработка структуры сайта;
- разработка структуры базы данных, содержащей информацию о типах и видах компьютерных сетей, сетевых технологиях и этапах их построения;
- обеспечение режимов ведения БД, включающих ввод, коррекцию, просмотр информации;
- создание интерфейса страниц сайта и заполнение информацией;
- организация доступа к сайту через интернет.

На этапе определения требований к разрабатываемому сайту были выделены следующие функции, выполнение которых будет осуществлять сайт:

- организация запроса к БД с целью формирования информации для ее просмотра на странице сайта;
- переход на страницу сайта фирмы-разработчика КС с информацией по предоставляемым услугам и прайс-листами, адрес которой хранится в выбранной записи БД.

При разработке Web-сайта были учтены такие важные факторы, как полезность, удобство, навигация, функциональность и актуальности.

Полезность сайта определяется актуальностью размещенной на нем информации, поэтому возможность поддержки сайта является неотъемлемым фактором.

Сайт будет реализован для двух групп пользователей: пользователей интернета, которые будут просматривать страницы сайта, и администратора БД, который будет иметь возможность изменять информацию БД, отображаемую на страницах сайта.

В ходе разработки необходимо реализовать режим ведения БД, позволяющий осуществлять ввод новой и коррекцию имеющейся информации базы данных [2].

Удобство подразумевает то, насколько легко пользователь может получить необходимую информацию, поэтому следует учитывать удобство навигации по сайту, а также удобство представления информации и расположения меню на странице.

На следующем этапе была разработана структура взаимосвязанных страниц сайта «Поддержка проектирования компьютерных сетей», состоящая из 19 страниц (рисунок 1).

Работа пользователя с сайтом будет начинаться с главной страницы, где будет представлена общая информация о ресурсе и классификация кабелей, используемым при построении сети.

С главной страницы сайта будет организовано обращение к таким страницам, как «Компьютерные сети», «Сетевые технологии», «Этапы построения сетей», «Термины и стандарты», «Прайс-листы фирм-разработчиков», «Контакты».

Раздел «Компьютерные сети» будет состоять из четырёх страниц: «Особенности построения», «Виды компьютерных сетей», «Монтаж и установка локальных вычислительных сетей (ЛВС)», «Монтаж и установка структурированных кабельных систем (СКС)».

«Сетевые технологии» – раздел сайта, на котором будет представлена информация о современных сетевых технологиях, он состоит из таких трёх страниц, как «Ethernet» «Fast Ethernet» «Gigabit Ethernet».

«Этапы построения сетей» – раздел сайта, описывающий главные этапы построения сетей и их особенности, будет состоять из трёх страниц.

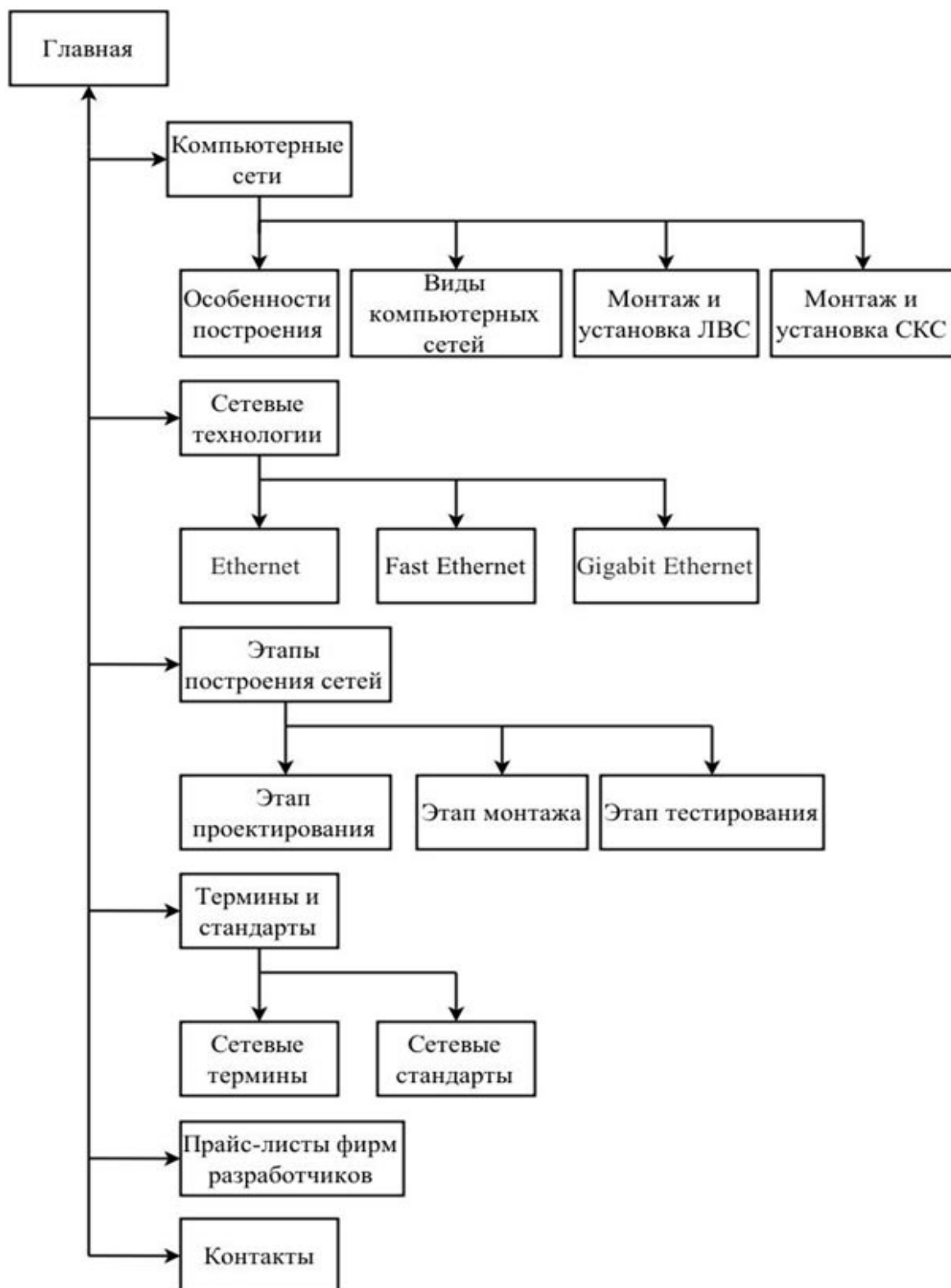


Рисунок 1. Структура взаимосвязанных страниц сайта

На данном этапе были выделены функциональные модули, из которых будет состоять разрабатываемый сайт, а также связи модулей с операциями

над базой данных для двух групп пользователей: пользователей интернета и администратора БД (рисунок 2).

Для работы с сайтом у пользователя интернета должен быть установлен браузер, позволяющий взаимодействовать с модулем «Запуск сайта по адресу».

Для реализации работы администратора БД дополнительно должен быть известен логин и пароль для авторизации пользователя, позволяющий взаимодействовать с модулем «Ведение БД».

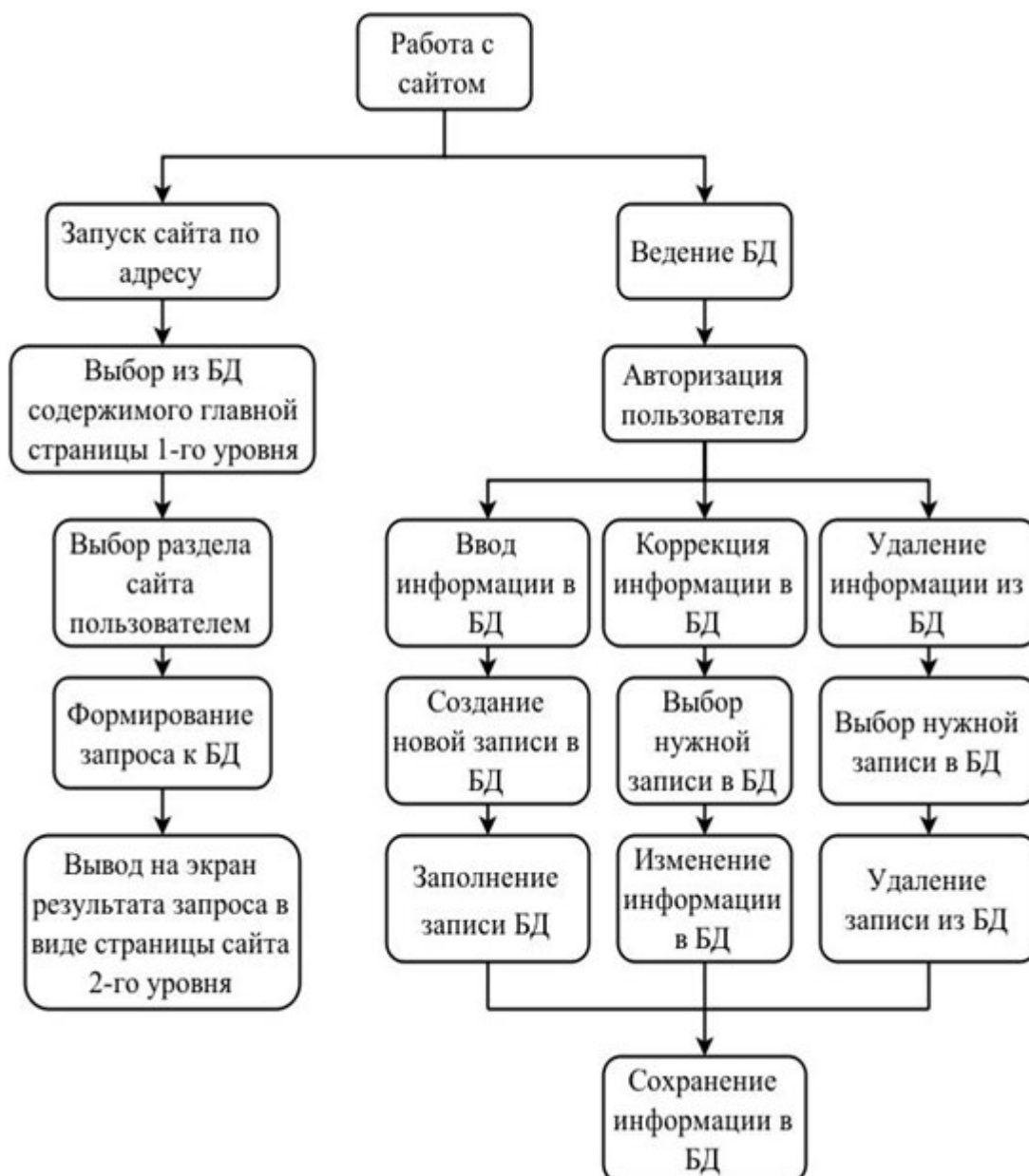


Рисунок 2. Функциональные модули сайта

На следующем этапе была разработана структура базы данных, содержащая информацию о типах и видах КС, сетевых технологиях и этапах

их построения. Поскольку был использован скриптовый язык программирования PHP, СУБД MySQL, система управления сайтом Joomla, то в состав структуры БД вошли группы таблиц, автоматически создающиеся при установке CMS Joomla на компьютер разработчика, – это служебные таблицы, обеспечивающие работу самой системы, интерфейса пользователя, модулей, плагинов, шаблонов. Так же в БД присутствуют таблицы, в которых находятся материалы статей и разделов сайта.

Этап обеспечения режимов ведения БД, включающих ввод, коррекцию, просмотр информации, был реализован в программном обеспечении администратора БД.

На этапе создания интерфейса страниц сайта были созданы шаблоны страниц первого, второго и третьего уровня, организовано главное горизонтальное меню сайта и дополнительные вертикальные меню некоторых страниц сайта, а также были заполнены информацией поля записей БД.

На этапе организации доступа к сайту через интернет были учтены требования к серверу, на котором сайт будет располагаться. Сайт реализован с помощью технологии CMS Joomla, поэтому на сервере необходимо следующее [3]:

- поддержка PHP 5.x или выше;
- сервер БД MySQL 5.x или выше;
- сервер Apache 2.x или выше.

Joomla может использоваться совместно со всеми наиболее известными браузерами.

Данный ресурс был размещен на сервере свободного доступа по адресу <http://seti-info.esy.es>.

В результате выполнения всех этапов, представленных в статье, сайт был разработан и готов к эксплуатации.

Порядок работы с сайтом следующий. После ввода пользователем в браузере адрес сайта откроется главная страница сайта «Поддержка проектирования компьютерных сетей», представленная на рисунке 3.

На главной странице расположена информация о назначении ресурса и вертикальное меню «Виды кабелей, используемых при построении сетей» для просмотра информации о нужном виде кабеля и его изображения.

На сайте реализована система поиска, с помощью которой пользователь может найти интересующую его информацию, вводя ключевые слова. Результат поиска по ключевым словам представляется в виде перечня страниц сайта по 20 строк, этот параметр можно изменять, выдаётся количество найденных объектов, а также есть возможность упорядочить объекты по различным признакам.

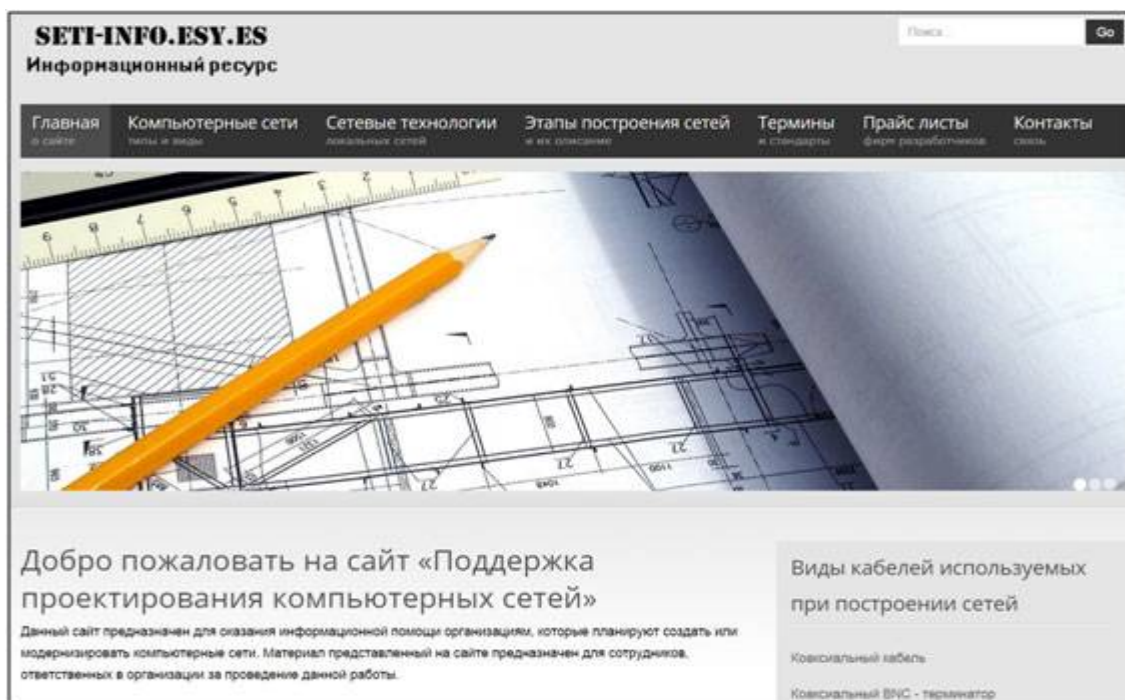


Рисунок 3. Главная страница сайта

Одним из разделов сайта является раздел «Компьютерные сети», состоящий из нескольких страниц, доступ к которым осуществляется с помощью вертикального меню, расположенного справа на странице (рисунок 4). Здесь представлено типовое расположение интерфейсных элементов страниц второго уровня сайта.

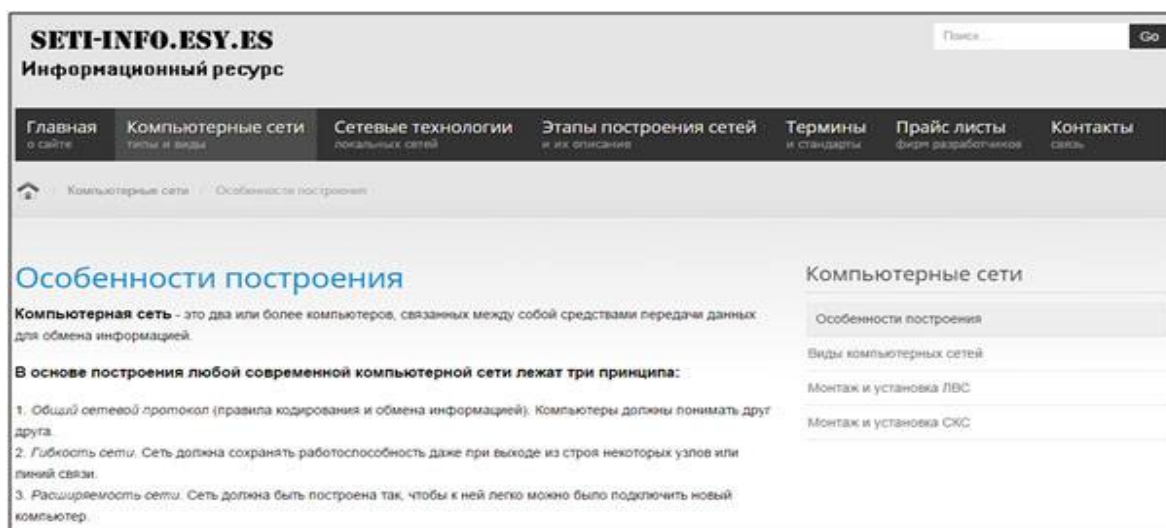


Рисунок 4. Раздел «Компьютерные сети»

Ведение БД осуществляется с сайта с помощью панели «Базы данных». Для авторизации в PhpMyAdmin и дальнейшей работы с БД необходимо ввести логин и пароль.

После авторизации администратор БД получает доступ к интерфейсу функциональной панели PhpMyAdmin (рисунок 5), где есть возможность создания, вставки, изменения, копирования, удаления записи БД.

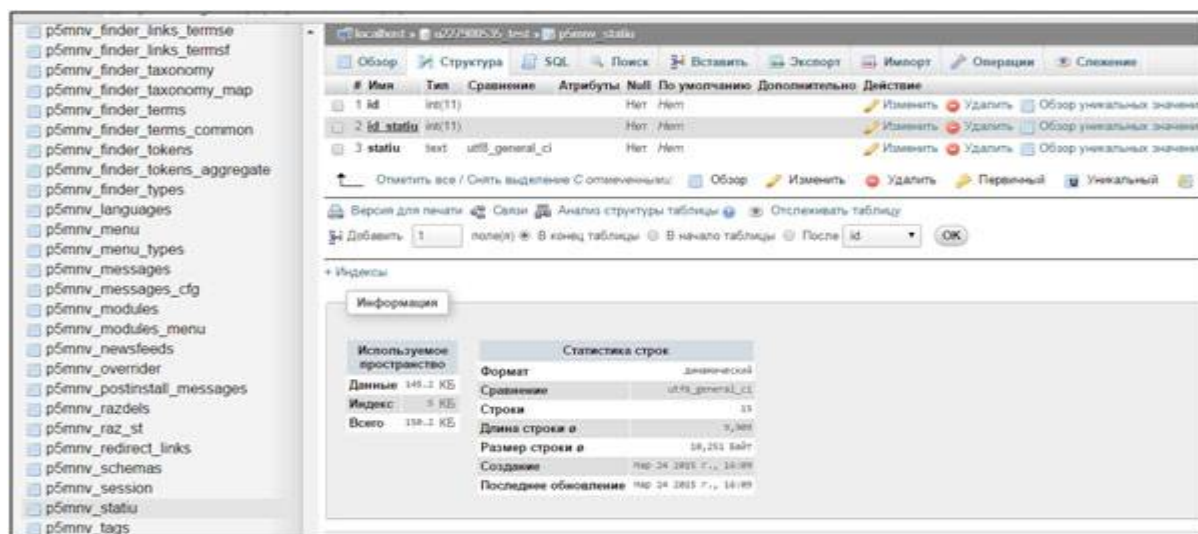


Рисунок 5. Интерфейс функциональной панели PhpMyAdmin

Таким образом, представленные в статье основные этапы разработки сайта для работы с базой данных, позволили реализовать сайт «Поддержка проектирования компьютерных сетей» для оказания информационной помощи организациям, которые планируют создавать или модернизировать компьютерные сети.

Поскольку полезность сайта определяется актуальностью размещенной на нем информации, то важным также является реализация режима работы администратора БД «Ведение БД».

Библиографический список

1. Виды и классификация веб-сайтов [Электронный ресурс] : Режим доступа : World Wide Web. URL :<http://iamag.ru/opredelenie-veb-sajta-vidy-i-klassifikacii-veb-sajtov/>.
2. Подвальный С.Л., Кремер О.Б., Болгов В.С. Разработка программных средств для создания и поддержки Интернет-ресурса с использованием реляционной базы данных // Вестник ВГТУ, т. 6, № 10, 2010 – с. 12-14.
3. Горнаков, С. Г. Осваиваем популярные системы управления сайтом [Текст] / С. Г. Горнаков. – Москва: ДМК Пресс, 2009. - 336 с. – ISBN 978-5-94074-469-6.

D. I. Nekrasov, O. B. Kremer

Development of the site to information design support and installation of computer networks

Abstract. The article considers the main stages of development of the site-based database that stores information about the design and installation of computer networks and the creation of a mode of operation for data management.

Keywords: Site, MySQL, database, PHP, computer networks.

УДК 004.42**Д.С. Вдовиченко, О.Б. Кремер**

ФГБОУ ВПО Воронежский государственный технический университет,
Воронеж, Россия.

СОЗДАНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИОННО-ПОИСКОВОЙ СИСТЕМЫ ОСНОВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИТ-ИНФРАСТРУКТУРЫ ПРЕДПРИЯТИЯ

Аннотация. В статье рассматривается решение частных задач в ходе создания автоматизированной информационно-поисковой системы «Элементы ИТ-инфраструктуры предприятия»

Ключевые слова: База данных, автоматизированная информационно-поисковая система, ИТ-инфраструктура.

Информационно-технологическая (ИТ) инфраструктура современных организаций состоит из таких компонентов, как приложения, коммуникационные сервисы, серверы, клиентские компьютеры, системы хранения данных, системы информационной безопасности. Ключевыми задачами является грамотный выбор программных и аппаратных решений. Поэтому разработка автоматизированной информационно-поисковой системы (АИПС) основных элементов ИТ-инфраструктуры предприятия, является актуальной.

К АИПС относят программный продукт, предназначенный для реализации процессов ввода, обработки, хранения, поиска, представления данных [1].

ИТ-инфраструктура предприятия – это совокупность программно-аппаратных средств, методов и стандартов, обеспечивающих эффективное функционирование приложений [2].

В статье представлена разработка АИПС на основе базы данных (БД), хранящей информацию об основных элементах ИТ-инфраструктуры предприятия, организация поиска элементов по запросу пользователя, составление конфигурации инфраструктуры предприятия.

В ходе разработки АИПС необходимо выполнить следующие задачи:

- разработать структуру функциональных модулей АИПС;
- определить алгоритм работы АИПС;
- разработать структуру базы данных, содержащую информацию об основных элементах ИТ-инфраструктуры предприятия;
- создать интерфейс пользователя АИПС;
- реализовать санкционированный доступ к ведению БД;

- реализовать формирование запроса и получение результатов поиска в БД;

- организовать составление конфигурации ИТ-инфраструктуры предприятия и выдачи результатов в файл.

База данных с систематизированной и классифицированной информацией об ИТ-инфраструктуре предприятия будет включать следующую информацию:

- категорию классификации ИТ-инфраструктуры предприятия, например, аппаратное обеспечение (АО), программное обеспечение (ПО);

- элемент ИТ-инфраструктуры предприятия выбранной категории, например, для АО – это компьютеры пользователей, серверы, для ПО – это операционные системы (ОС);

- тип элемента ИТ-инфраструктуры предприятия для выбранного элемента, например, для ОС – это Windows, Unix.

Так же АИПС должна содержать систему поиска в базе данных по выбранным параметрам и возможность ведения БД, т.е. организацию ввода, коррекции и просмотра информации.

Представим реализацию частных задач в ходе создания АИПС «Элементы ИТ-инфраструктуры предприятия».

На этапе проектирования программного средства была решена первая частная задача, т.е. разработана структура функциональных модулей АИПС, которая состоит из 26 модулей (рисунок 1). Управляющий модуль АИПС предназначен для взаимодействия пользователя с программой и других программных модулей между собой [3].

Модуль «Конфигурация» предназначен для составления нужной конфигурации ИТ-инфраструктуры предприятия и включает в себя последовательное использование следующих модулей:

- модуль «Выбор категории», который будет служить для выбора категории ИТ-инфраструктуры, например, аппаратное обеспечение и ее добавления в конфигурацию;

- модуль «Выбор элемента», который предназначен для выбора из перечня и добавления элемента определенной категории в конфигурацию ИТ-инфраструктуры;

- модуль «Выбор типа элемента», который предназначен для выбора из перечня и добавления типа элемента определенной категории и определенного элемента в конфигурацию ИТ-инфраструктуры;

- модуль «Просмотр конфигурации», который предназначен для демонстрации пользователю результатов создания конфигурации ИТ-инфраструктуры предприятия;

- модуль «Экспорт в Excel», который предназначен для экспорта полученной конфигурации в файл Excel и его просмотра пользователем.

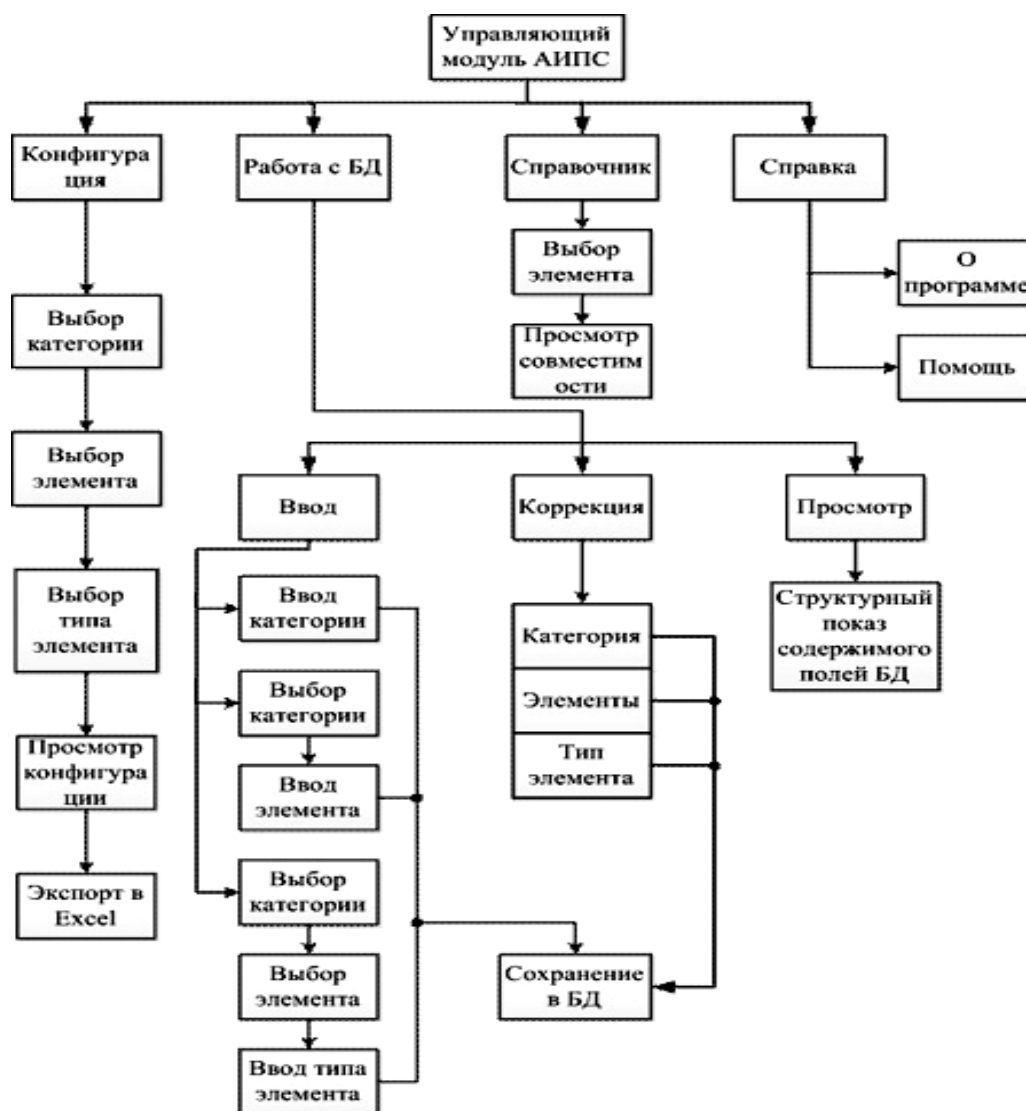


Рисунок 1. Структура функциональных модулей АИПС

Модуль «Работа с БД» предназначен для ввода, коррекции и просмотра информации БД и состоит из соответствующих модулей.

Модуль «Ввод» включает в себя следующие модули:

- модуль «Ввод категории», который служит для ввода названия категории;
- модуль «Выбор категории», который предназначен для выбора той категории, для которой пользователь может ввести новый элемент;
- модуль «Ввод элемента», который предназначен для ввода названия элемента;
- модуль «Выбор категории», который описан выше;
- модуль «Выбор элемента», предназначенный для выбора элемента, для которого пользователь может ввести новый тип элемента;
- модуль «Ввод типа элемента», который предназначен для ввода названия типа элемента.

Модуль «Коррекция» имеет аналогичную структуру, но запись с данными выбирается из БД и редактируется, а не добавляется новая.

Модуль «Сохранение в БД» предназначен для добавления записи, заполненной информацией, в БД.

Модуль «Просмотр» предназначен для структурного показа содержимого полей БД и включает модуль с аналогичным названием.

Модуль «Справочник» предназначен для просмотра информации о совместимости элементов и включает в себя такие модули, как «Выбор элемента» и «Просмотр совместимости», который служит для просмотра информации о совместимости типов элементов.

Модуль «Справка» содержит модули «Помощь» и «О программе».

Далее на этапе проектирования была решена вторая частная задача, т.е. составлен алгоритм работы АИПС, состоящий из 29 блоков (рисунок 2).

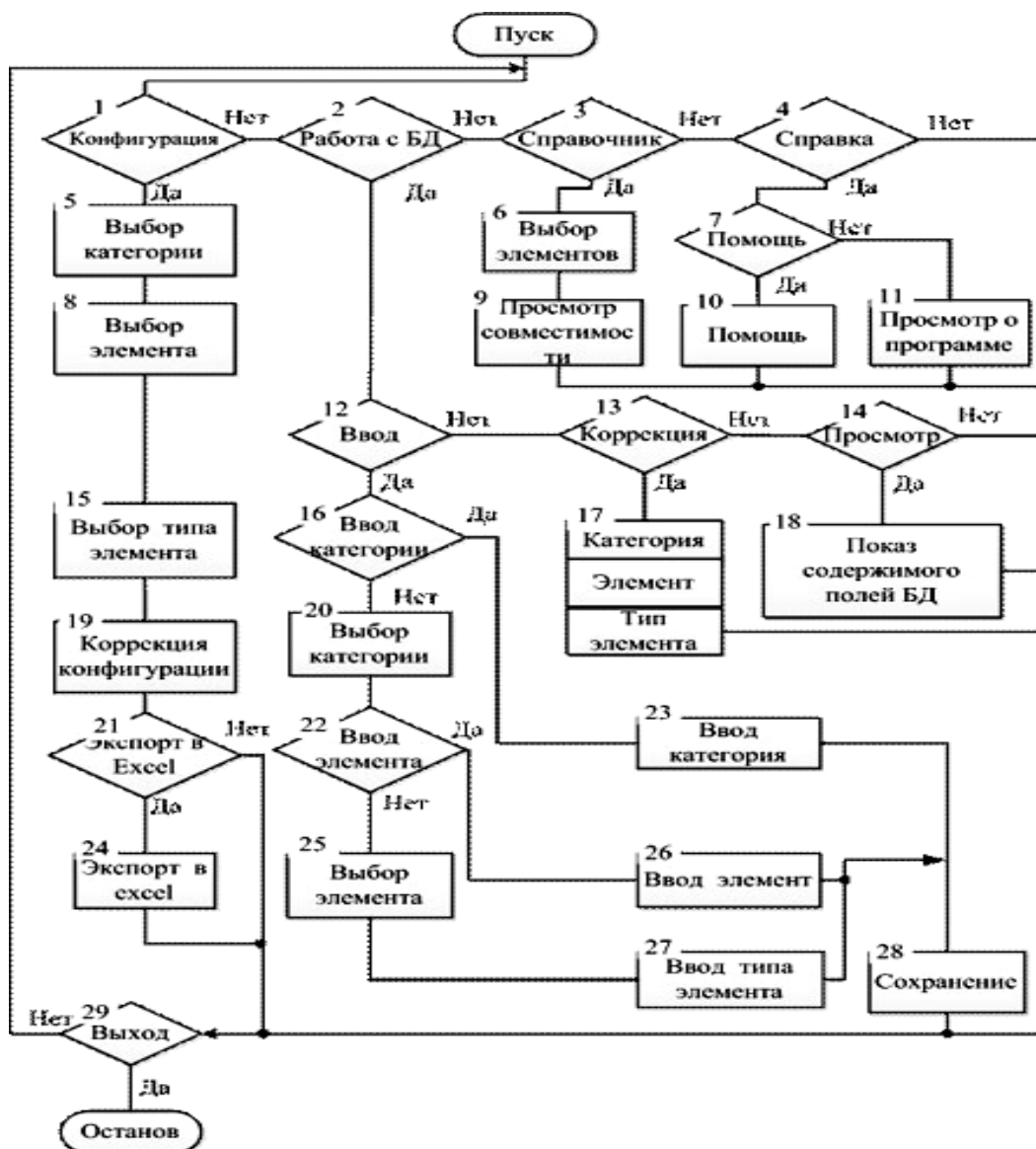


Рисунок 2. Алгоритм работы АИПС

Третья частная задача решена на этапе разработки структуры базы данных, которая состоит из таких таблиц, как «Категория», «Элемент», «Тип элемента», «Конфигурация». Структурная схема взаимосвязанных таблиц базы данных представлена на рисунке 3.

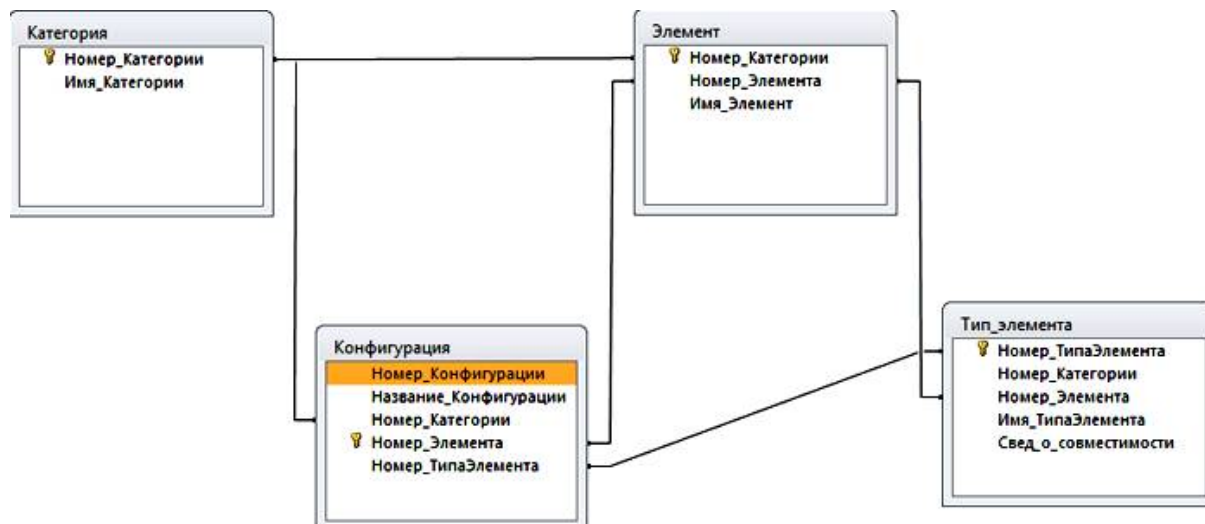


Рисунок 3. Структурная схема БД

Задача создания интерфейса пользователя АИПС была решена в среде разработки MS Visual Studio, БД реализована в СУБД MS Access 2010.

Опишем действия пользователя на основных экранных формах АИПС. Работа пользователя начинается с главной формы, на которой размещено меню работы с программой, а также кнопки быстрого доступа к режимам «Конфигурация» и «Работа с БД» (рисунок 4).

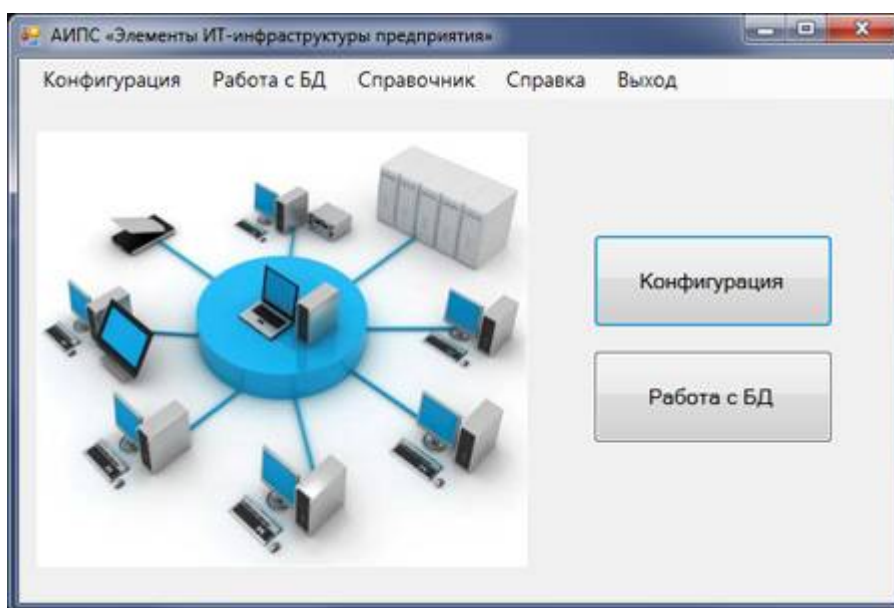


Рисунок 4. Главная экранная форма АИПС

Экранная форма режима работы «Конфигурация» и пример выбранной конфигурации ИТ-инфраструктуры представлены на рисунке 5.

Для того чтобы добавить элементы в новую конфигурацию, необходимо выбрать значение в списке «Категория», находящемся в левой части экранной формы, а затем нажать кнопку «Добавить». Аналогичные действия выполняются для добавления в конфигурацию значений из списков «Элемент» и «Тип элемента».

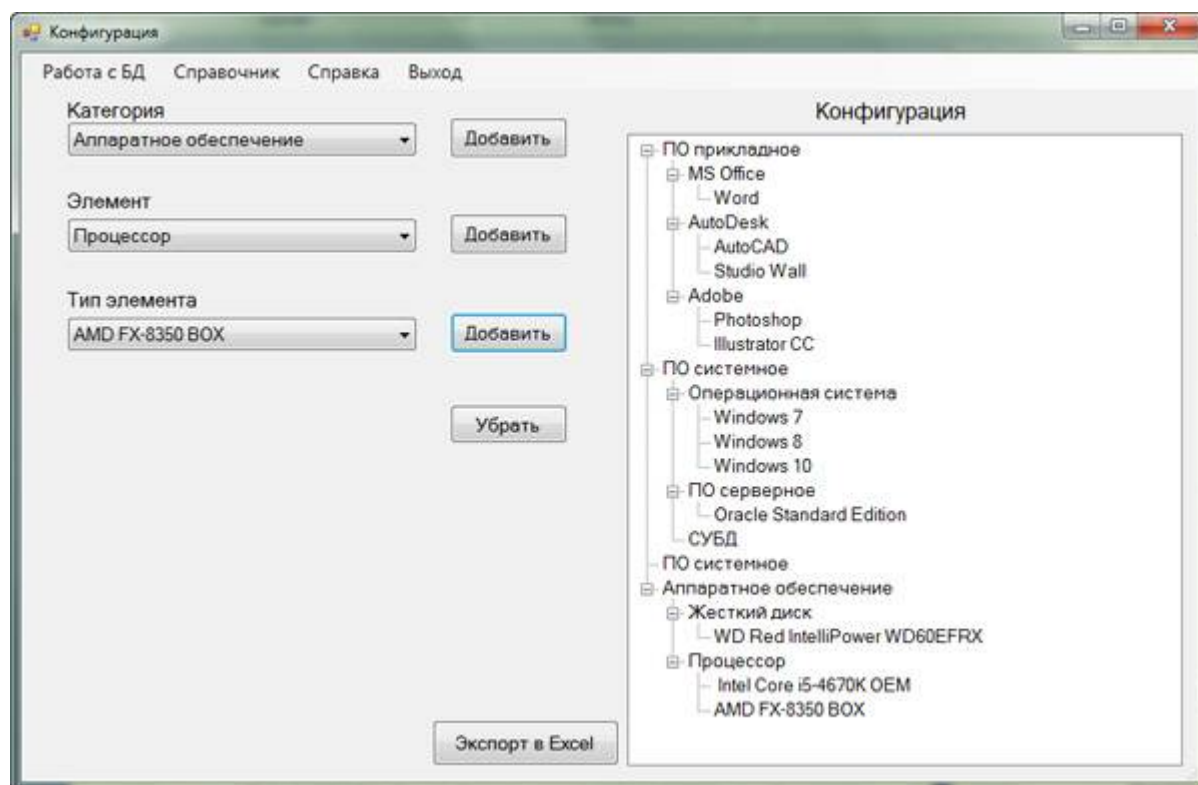


Рисунок 5. Экранная форма режима работы «Конфигурация»

Для того чтобы экспортировать сформированную конфигурацию в файл MS Excel, необходимо нажать кнопку «Экспорт в Excel», находящуюся в нижней части экранной формы (рисунок 6).

Структура информации в файле Excel аналогична структуре информации, отображаемой в окне «Конфигурация», расположенной в правой части экранной формы для работы с конфигурацией ИТ-инфраструктуры. Первый уровень классификации, располагающийся в столбце А, - это название категории, второй уровень, который располагается в столбце В, - это название элемента, третий уровень, располагающийся в столбце С, - это название типа элемента.

После успешной авторизации открывается форма «Работа с БД», на которой находится информация о структурных элементах конфигурации ИТ-инфраструктуры, которую можно редактировать.

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Конфигурация № 1							
2								
3	ПО прикладное							
4		MS Office						
5			Word					
6		AutoDesk						
7			AutoCAD					
8			Studio Wall					
9		Adobe						
10			Photoshop					
11			Illustrator CC					
12	ПО системное							
13		Операционная система						
14			Windows 7					
15			Windows 8					
16			Windows 10					
17		ПО серверное						
18			Oracle Standard Edition					
19		СУБД						
20	ПО системное							
21	Аппаратное обеспечение							
22		Жесткий диск						
23			WD Red IntelliPower WD60EFRX					
24		Процессор						
25			Intel Core i5-4670K OEM					
26			AMD FX-8350 BOX					
27								
28								

Рисунок 6. Результат работы режима «Экспорт в Excel»

Частная задача реализации санкционированного доступа к ведению БД решена при обращении к режиму работы с базой данных. Доступ к данному режиму возможен после проверки правильности ввода пользователем АИПС логина и пароля.

Экранная форма режима «Работа с БД» представлена на рисунке 7.

Опишем расположение и название графических объектов формы.

Слева на форме расположены объекты в направлении сверху вниз окна, где перечислены категории, имеющиеся в БД, далее – элементы выбранной категории, последнее - типы элементов выбранного элемента.

Рядом с каждым списком с правой стороны находятся управляющие кнопки «-» - для удаления и «+» - для добавления данных. Для того чтобы произвести данные действия, необходимо выделить нужное значение из списка, и нажать управляющую кнопку, находящуюся правее от редактируемого списка.

Правее расположены поля для ввода или изменения данных и ниже - кнопка «Сохранить».

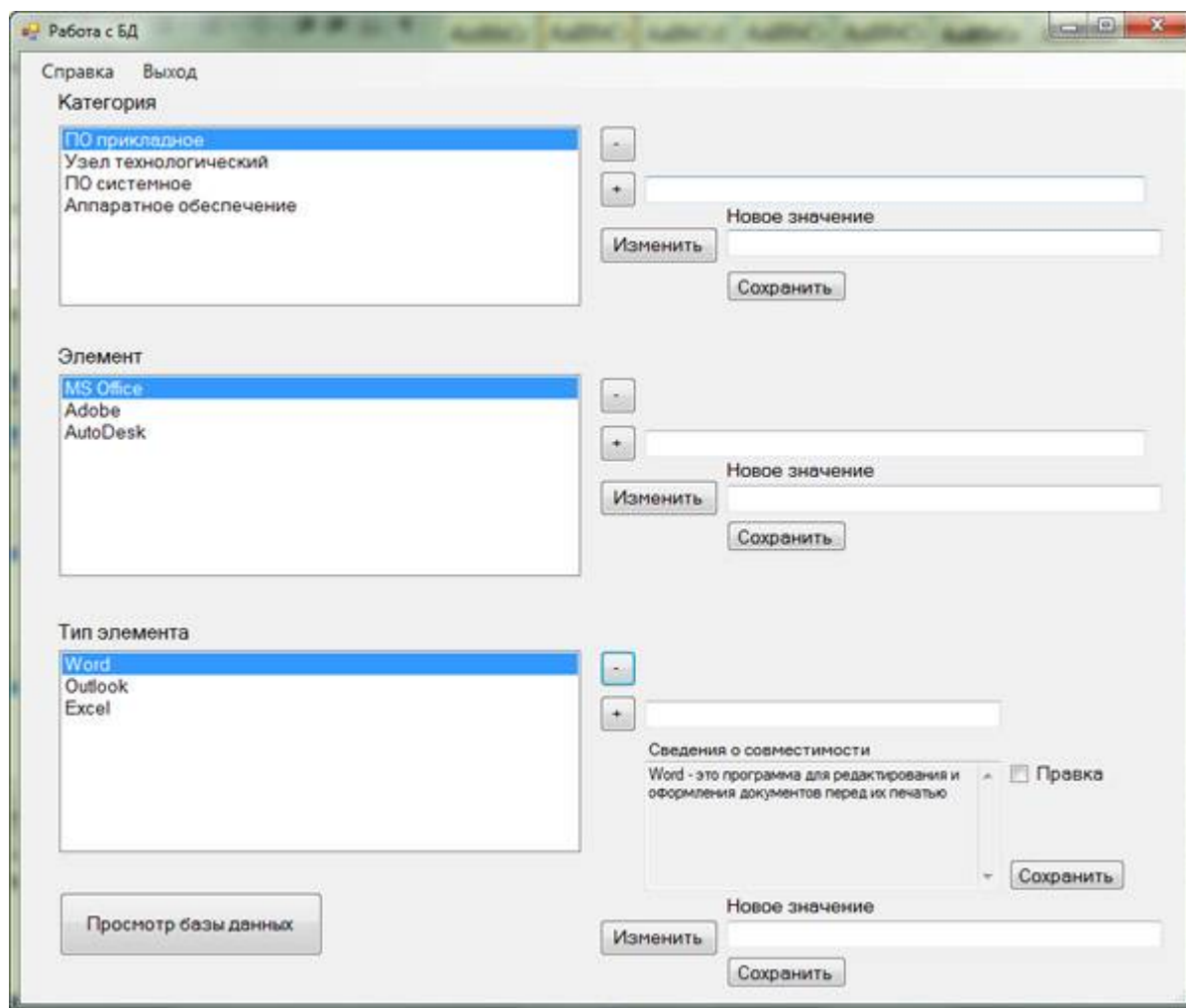


Рисунок 7. Экранная форма режима «Работа с БД»

Таким образом, представленные решения частных задач в ходе создания АИПС «Элементы ИТ-инфраструктуры предприятия», позволили реализовать данное программное средство, которое повышает эффективность работы пользователя вычислительной системы.

Библиографический список

1. Корнеев, И.К. Информационные технологии [Текст] / И.К. Корнеев, Г.Н. Ксандопуло, В.А. Машурцев. - М.: Инфра, 2011. — 224 с.
2. Данилин, А. Архитектура и стратегия. «Инь» и «Янь» информационных технологий предприятия [Текст] / А. Данилин, А. Слюсаренко. - М.: Ун-т Информ. Технологий, 2012. - 504 с.
3. Подвальный С.Л., Кремер О.Б., Белянин А.М. Разработка программного комплекса для автоматизации процесса создания специальных программных средств [Текст] // Вестник ВГТУ, т. 6, № 11, 2010 – с. 199-201

~ D. S. Vdovichenko, O. B. Kremer

~ **The creation of an automated information retrieval system for the main elements of the IT infrastructure of the enterprise**

~ **Abstract.** The article discusses the solution of private tasks during the creation of an automated information retrieval system "Elements of the IT infrastructure of the enterprise"

~ **Keywords:** Database, automated information retrieval system, IT infrastructure.

УДК 004.42

Е.Ю. Савков, О.Б. Кремер

ФГБОУ ВПО Воронежский государственный технический университет,
Воронеж, Россия.

**АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ИНФОРМАЦИОННО-ПОИСКОВАЯ
СИСТЕМА СТАНДАРТОВ РАЗРАБОТКИ КОРПОРАТИВНОЙ
ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ**

Аннотация. В статье рассматривается создание автоматизированной информационно-поисковой системы. Представлены этапы создания системы и базы данных, хранящей информацию о стандартах для разработки корпоративной информационной системы.

Ключевые слова: База данных, автоматизированная информационно-поисковая система, корпоративная информационная система, стандарт.

В настоящее время существует огромное количество стандартов в различных отраслях. Порой для поиска необходимого стандарта в интернете придется потратить немало времени, особенно если не известен его номер или полное название. Поэтому разработка автоматизированной информационно-поисковой системы (АИПС) стандартов разработки корпоративной информационной системы (КИС) является актуальной.

В статье представлено создание АИПС, в которой база данных (БД) хранит информацию о стандартах разработки КИС и текст стандартов, а также организация режима поиска стандартов по запросу пользователя и ведения БД о стандартах.

Автоматизированная информационно-поисковая система – это программный продукт, предназначенный для реализации процессов ввода, обработки, хранения, поиска, представления данных [1].

Корпоративная информационная система - это совокупность информационных систем отдельных подразделений предприятия, объединенных общим документооборотом, таких, что каждая из систем

выполняет часть задач по управлению принятием решений, а все системы вместе обеспечивают функционирование предприятия [2].

Разработанная АИПС «Стандарты разработки КИС» предназначена для повышения эффективности работы пользователя при поиске необходимого стандарта, предоставления текстов стандартов, которые используются на всех этапах разработки информационных и программных систем.

В ходе разработки автоматизированной системы были решены следующие задачи:

- создана структура функциональных модулей АИПС;
- составлен алгоритм работы системы;
- разработана структура БД, содержащей информацию о стандартах;
- обеспечены режимы ведения БД, включающие ввод, коррекцию, просмотр информации о стандартах;
- создан интерфейс пользователя АИПС;
- реализовано формирование запроса и получение результатов поиска в БД с использованием ключевых слов.

Представим основные этапы разработки автоматизированной системы.

Структура функциональных модулей АИПС «Стандарты разработки КИС» состоит из 18 модулей и представлена на рисунке 1.

Управляющий модуль системы предназначен для взаимодействия пользователя с программой и других программных модулей между собой.

Модуль «Ведение БД» позволит работать с базой данных и включает следующие модули:

- модуль «Ввод информации», который позволит добавлять общую информацию о стандарте и текст описания стандарта;
- модуль «Коррекция», который позволит вносить изменения в общую информацию такую, как номер стандарта, название, назначение, год принятия, ключевые слова, и включает модули «Выбор записи БД по параметрам» и «Изменение информации записи БД»;
- модуль «Выбор записи БД по параметрам» позволит выбрать необходимую запись БД для последующего изменения;
- модуль «Изменение информации записи БД» позволит изменить информацию по стандарту выбранной записи БД, например, номер стандарта, год, или его название;
- модуль «Просмотр» позволит просмотреть все записи БД, т.е. полный список стандартов.

Модуль «Работа с ключевыми словами» включает следующие модули:

- модуль «Добавление и удаление слов» позволит редактировать список ключевых слов, например, добавить новые слова или убрать лишние;
- модуль «Просмотр списка ключевых слов» будет предназначен для просмотра таблицы БД с ключевыми словами.

Модуль «Поиск» будет включать три подмодуля:

- модуль «Параметрический поиск» будет выполнять поиск по параметрам, например, по номеру стандарта или его названию;

- модуль «По ключевым словам» будет осуществлять поиск только по ключевым словам;

- модуль «Результаты поиска» будет осуществлять вывод информации по запрашиваемым параметрам.

Модуль «Справка» включает следующие модули:

- модуль «Помощь», который предназначен для просмотра краткой инструкции по работе с АИПС;

- модуль «О программе», который предназначен для просмотра информации об организации-разработчике и версии АИПС.

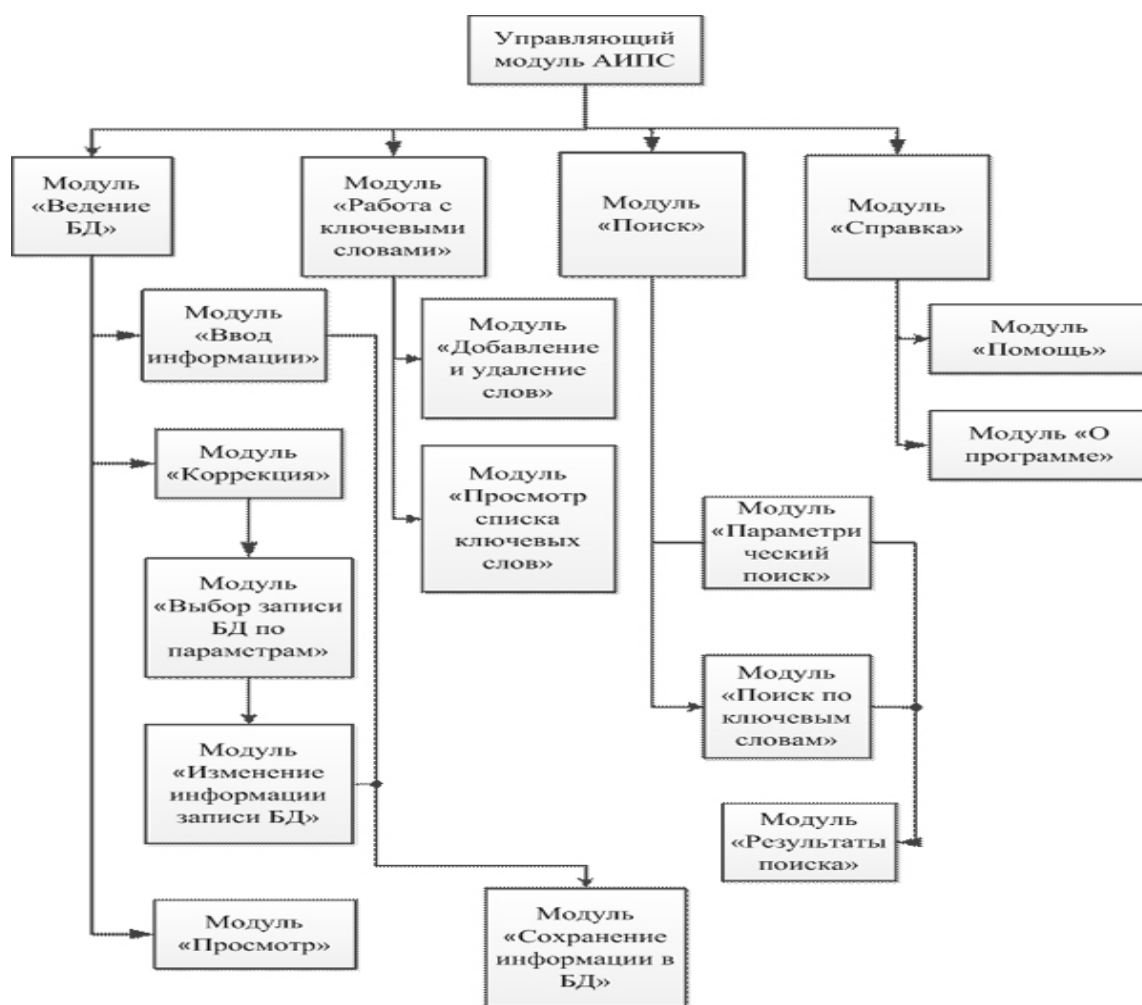


Рисунок 1. Структура функциональных модулей АИПС

Далее был разработан алгоритм работы АИПС, который состоит из 20 блоков и представлен на рисунке 2.

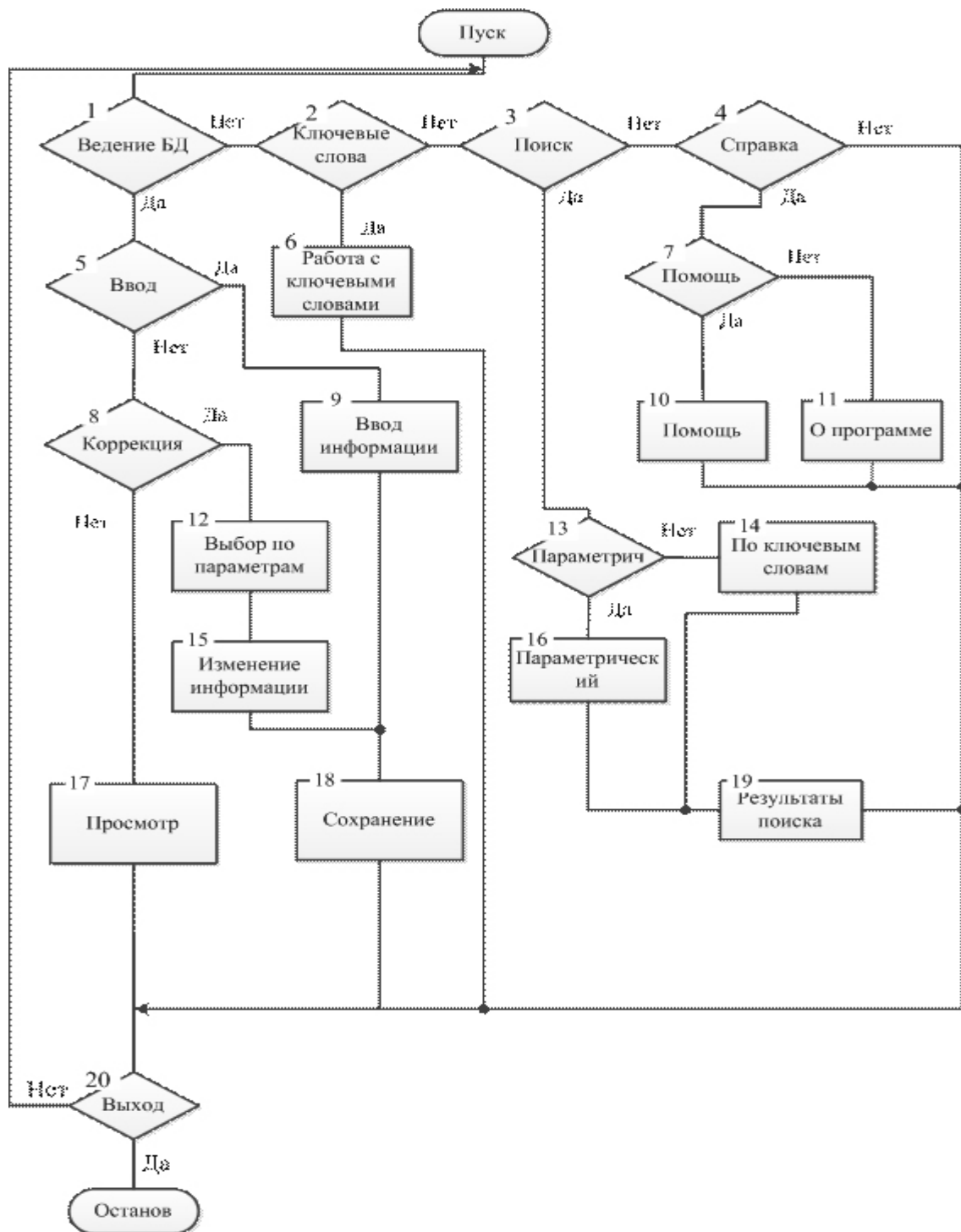


Рисунок 2. Алгоритм работы АИПС

Представим работу алгоритма по шагам.

1. Если выбран блок «Ведение БД», то переход к шагу 5, иначе – к шагу 2.
2. Если выбран блок «Ключевые слова», то переход к шагу 6, иначе – к шагу 3.
3. Если выбран блок «Поиск», то переход к шагу 13, иначе – к шагу 4.
4. Если выбран блок «Справка», то переход к шагу 7, иначе – к шагу 20.

5. Если выбран блок «Ввод», то переход к шагу 9, иначе – к шагу 8.
6. Блок «Работа с ключевыми словами», переход к шагу 20.
7. Если выбран блок «Помощь», то переход к шагу 10, иначе – к шагу 11.
8. Если выбран блок «Коррекция», то переход к шагу 17, иначе – к шагу 12.
9. Блок «Ввод информации», переход к шагу 18.
10. Блок «Помощь», переход к шагу 20.
11. Блок «О программе», переход к шагу 20.
12. Блок «Выбор по параметрам», переход к шагу 15.
13. Если выбран блок «Параметрический поиск», то переход к шагу 16, иначе – к шагу 14.
14. Блок «По ключевым словам», переход к шагу 19.
15. Блок «Изменение информации», переход к шагу 18.
16. Блок «Параметрический поиск», переход к шагу 19.
17. Блок «Просмотр», переход к шагу 20.
18. Блок «Сохранение», переход к шагу 20.
19. Блок «Результаты поиска», переход к шагу 20.
20. Если выбран блок «Выход», то «Останов», иначе переход к шагу 1.

Структура базы данных [3] АИПС «Стандарты разработки КИС» состоит из трех следующих таблиц: «Стандарты», «Связи», «Ключевые слова».

Приведем пример описания таблицы «Стандарты», которая служит для хранения информации о стандартах, и связана по полю «УсловныйНомер» с полем «УслНомерСтандарта» таблицы «Связи» отношением «один-ко-многим». Ее описание представлено в таблице 1.

Таблица 1. Информация о полях таблицы БД «Стандарты»

Поле	Тип поля	Описание
УсловныйНомер	Счетчик	Поле ключ
НомерСтандарта	Текстовый	Номер стандарта согласно принятой классификации, например, ГОСТ 34.601-90
НазваниеСтандарта	Текстовый	Название стандарта
ГодПринятия	Дата	Год принятия стандарта
ГодУточнения	Дата	Год уточнения стандарта
ОбластьПрименения	Текстовый	Область применения стандарта
Описание	МЕМО	Описание стандарта
Стандарт	OLE	Двоичное представление файла стандарта
Формат	Текстовый	Расширение файла стандарта, например .doc, .pdf

Структурная схема взаимосвязанных таблиц базы данных представлена на рисунке 3.

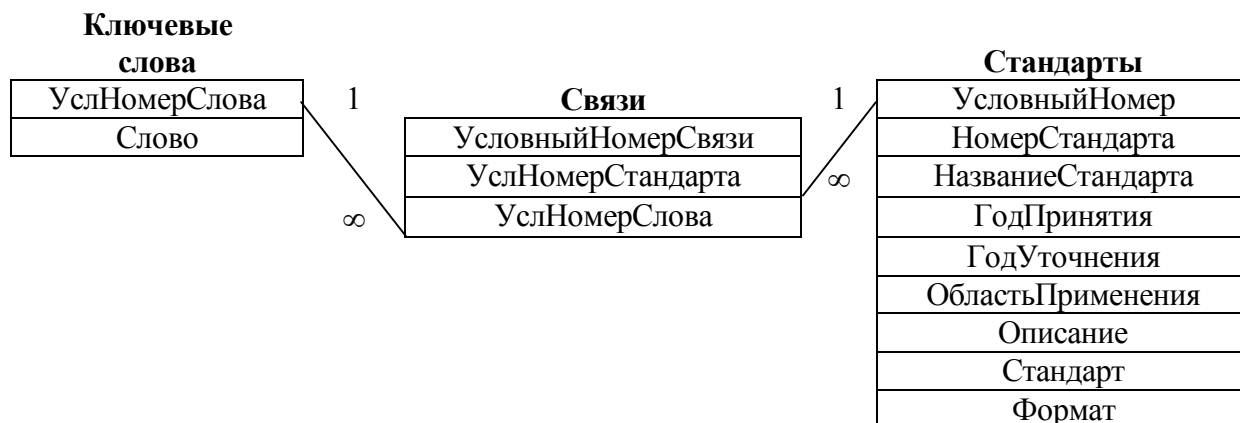


Рисунок 3. Структурная схема таблиц БД

Далее проведен этап программирования АИПС в среде Microsoft Visual Studio, база данных реализована в СУБД MS Access 2007.

Для правильного функционирования АИПС «Стандарты разработки КИС» необходимы следующие минимальные системные требования:

- ЭВМ IBM PC;
- дисплей с разрешением не менее 1024x768;
- 256 Мб ОЗУ;
- не менее 3 Мб свободного места на жестком диске;
- манипулятор типа «мышь» и клавиатура;
- ОС Microsoft Windows 7;
- Microsoft Access 2007.

Представим основные режимы работы пользователя с АИПС. Работа с программой начинается с главной формы, представленной на рисунке 4.

На данной форме пользователь может воспользоваться всеми функциями, представленными в программе. Последовательно рассмотрим пункты главного меню.

В пункте меню «Работа с БД» доступны три подпункта: ввод, коррекция, просмотр.

Режим работы «Ввод» позволяет добавить в БД информацию о новых стандартах. При добавлении необходимо заполнить все поля записи БД.

Режим работы «Коррекция» позволяет вносить изменения в существующую запись БД с информацией о стандартах (рисунок 5). Для выбора стандарта, информацию о котором требуется изменить, необходимо выбрать его из списка в нижней части формы, и внести изменения в требуемые поля. После завершения изменений необходимо нажать на кнопку «Изменить», откроется форма, оповещающая об успешном внесении изменений.

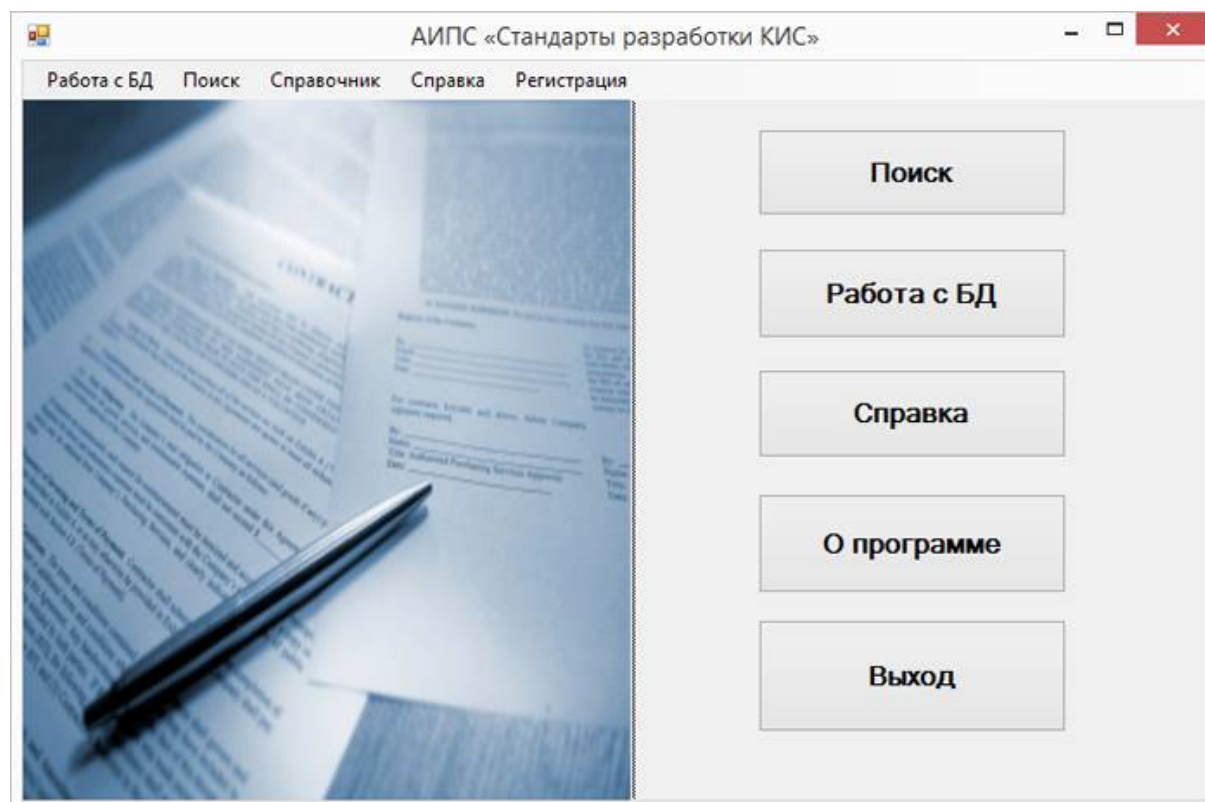


Рисунок 4. Главная форма АИПС

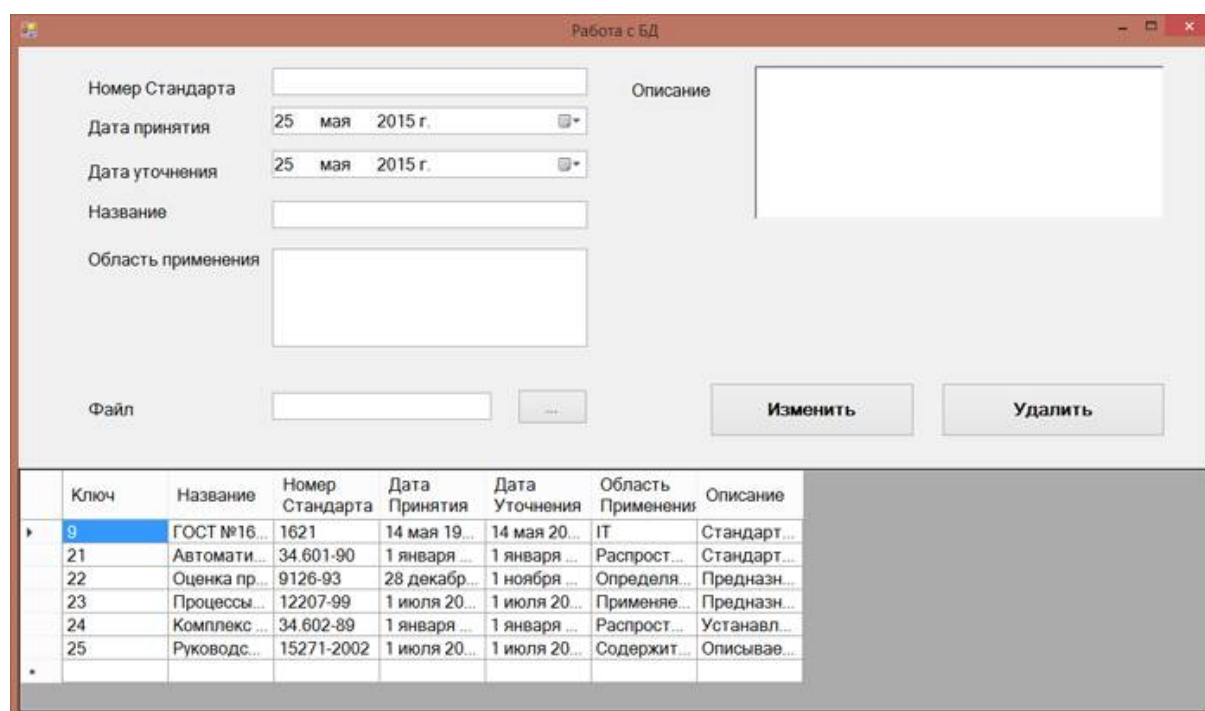


Рисунок 5. Экранная форма режима работы «Коррекция БД»

Режимы работы «Ввод» и «Коррекция» могут выполняться только в том случае, если пользователь обладает правами администратора. При

запуске АИПС по умолчанию установлены права обычного пользователя. Для того чтобы войти с правами администратора необходимо перейти в подпункт «Вход» пункта меню «Регистрация» и ввести пароль администратора. Для понижения прав до обычного пользователя требуется выполнить подпункт «Выход из учетной записи».

Режим работы «Поиск» позволяет искать стандарты, которые занесены в БД, по параметрам. После того как будут выбраны параметры, необходимо нажать на кнопку «Поиск». Результат будет представлен в таблице в нижней части формы (рисунок 6). Для просмотра полного текста стандарта необходимо выбрать поле «Ключ» нужной записи, и в новом окне откроется файл с текстом стандарта.

Ключ	Название	Номер Стандарта	Дата Принятия	Дата Уточнения	Область Применения	Описание
22	Оценка програ...	9126-93	28 декабря 199...	1 ноября 2004 г.	Сределяет ше...	Предназначен д...

Рисунок 6. Экранная форма режима работы «Поиск»

Режим работы «Коррекция ключевых слов» позволяет добавлять, изменять и удалять ключевые слова.

Чтобы добавить новое ключевое слово необходимо в области «Добавление данных», вписать необходимое слово и нажать «Добавить».

Кнопка «Запустить утилиту» предназначена для выделения ключевых слов из текста стандарта. Анализ текста проводится с помощью утилиты «Textus Pro».

После запуска утилиты необходимо добавить текст в левой части окна. Текст необходимо скопировать из файла стандарта в буфер обмена и вставить в окно утилиты. Анализ проводится автоматически, сразу после добавления текста.

Чтобы посмотреть список слов, необходимо щелкнуть в поле «Результаты анализа», которое находится в правой части окна утилиты, и выбрать вкладку «Статистика фраз и слов» (рисунок 7).

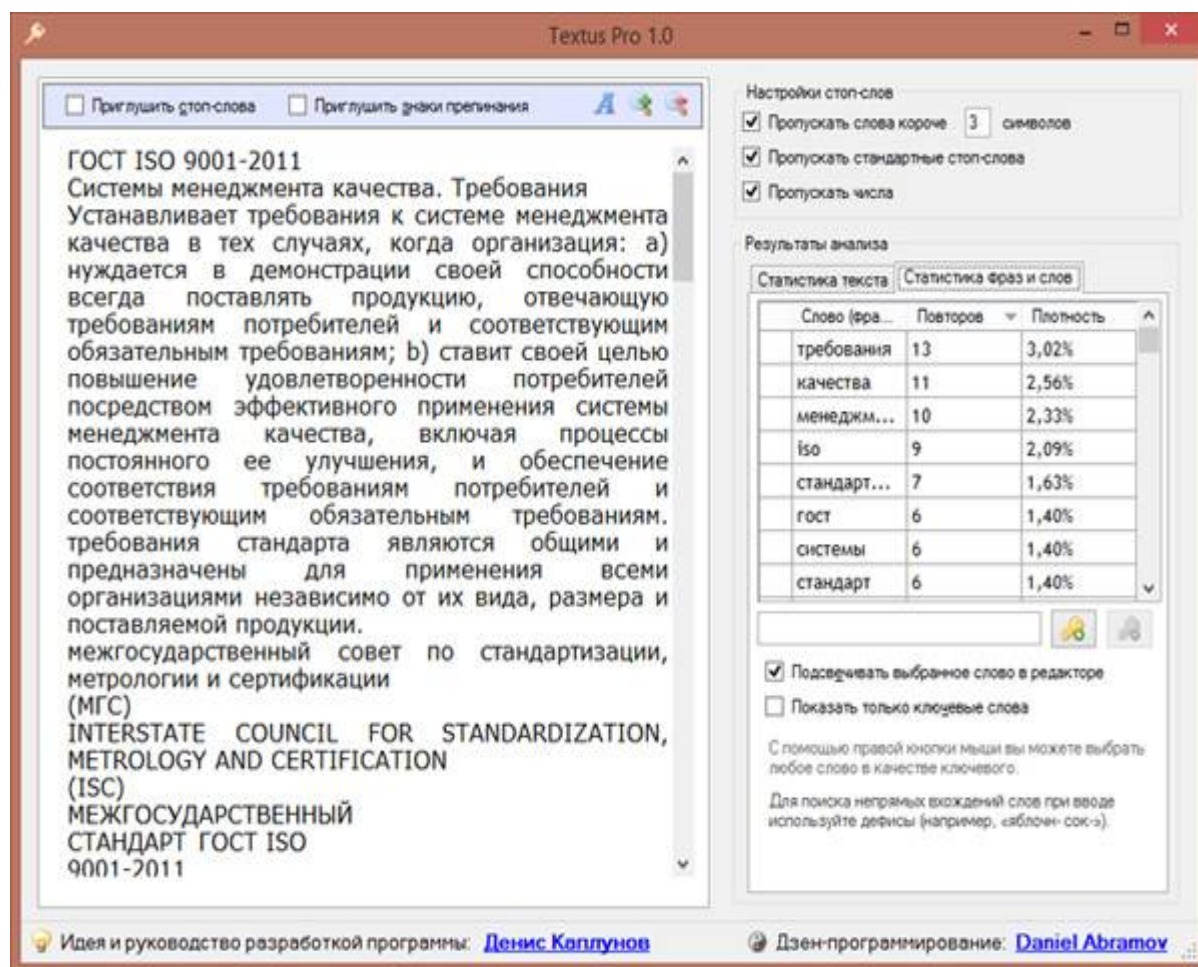


Рисунок 7. Экранная форма утилиты «Textus Pro»

После этого надо добавить ключевые слова в БД АИПС.

Таким образом, в ходе данной работы была создана АИПС и база данных с полным описанием стандартов, а также организован удобный интерфейс пользователя для работы с БД и ее ведения. АИПС содержит систему поиска в базе данных по ключевым словам и возможность перехода к тексту запрашиваемого стандарта, хранящегося в БД.

Библиографический список

1. Корнеев, И. К. Информационные технологии [Текст] : учеб. пособие / И. К. Корнеев, Г. Н. Ксандопуло, В. А. Машурцев. – М.: ИНФРА-М, 2011. – 224 с.
2. Желваков, Б. Б. Архитектура корпоративных информационных систем [Текст] : учеб. пособие / Б. Б. Желваков. – СПб.: Филинь, 2012. – 622 с.

3. Подвальный, С. Л. Разработка программных средств для создания и поддержки Интернет-ресурса с использованием реляционной базы данных [Текст] / С. Л. Подвальный, О. Б. Кремер, В. С. Болгов // Вестник ВГТУ. – 2010. – Т. 6. – № 10. – С. 12-14.

Е. Y. Savkov, O. B. Kremer

Automated information retrieval system of development standards of the corporate information system

Abstract. The article discusses the creation of an automated information retrieval system. Presents the stages of creating the system and the database that stores information about the standards for the development of a corporate information system.

Keywords: Database, automated information retrieval system, enterprise information system, standard

УДК 620.3

Д.А. Крикливец

Донецкий национальный университет экономики и торговли имени
Михаила Туган-Барановского, Кривой Рог, Украина

НАНОТЕХНОЛОГИИ В ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Аннотация. В статье рассматривается тема применения нанотехнологий в пищевой промышленности. Представлены некоторые области пищевой промышленности, в которых желательно применение нанотехнологий. Рассмотрены наиболее значимые достижения в сфере «наноеды» и пищевых упаковок.

Ключевые слова: нанотехнологии, наноеда, «интерактивная» пища, нанопакетировка

Появление новых материалов с новыми свойствами всегда играло большую роль в истории цивилизации. Область науки и техники, именуемая нанотехнологией, появилась сравнительно недавно. Перспективы этой науки грандиозны, именно эти науки получают наибольший толчок к развитию в связи с приближающейся нанотехнической революцией.

Нанотехнологии начинают проникать во все сферы деятельности человека. В связи с этим, по мнению многих экспертов, XXI век будет веком нанонауки и нанотехнологий, которые и определяют его лицо.

По оценкам экспертов ООН в настоящее время численность мирового населения ежегодно возрастает, причем 54 процента прироста приходится на Азию и 33 процента — на Африку [1]. Большая часть тех, кто живет в

развивающихся странах, ежедневно сталкиваются с нехваткой продовольствия в результате экологического воздействия или политической нестабильности. Так, в мире, где 1 миллиард человек хронически голодает, увеличение производства продуктов питания - вопрос сохранения миллионов жизней. За последние несколько лет пищевая промышленность инвестирует миллионы долларов в исследование и развитие нанотехнологий для улучшения качества, функциональности, безопасности, сохранения и увеличения производительности и рентабельности продуктов питания которые объединили под названием «наноеда» (nanofoods).

С предложением о применении нанотехнологий в сельскохозяйственной и пищевой промышленности впервые выступили в Департаменте сельского хозяйства Соединенных Штатов, после чего в сентябре 2003 года был опубликован план [2]. Прогнозируется, что нанотехнологии преобразуют всю пищевую промышленность, изменяя способы производства, обработки, упаковки, транспортировки и потребления пищи.

Термин «нанотехнология» придумал и ввел в обиход профессор Токийского научного университета Норио Танигучи в 1974 г. По мнению Танигучи, нанотехнология включает обработку, разделение, объединение и деформацию отдельных атомов и молекул вещества, при этом размер наномеханизма не должен превышать одного микрона, или тысячи нанометров.

В настоящее время под термином «нанотехнология» подразумевают совокупность методов и приемов, обеспечивающих возможность контролируемым образом создавать и модифицировать объекты, включающие компоненты с размерами менее 100 нм, имеющие принципиально новые качества и позволяющие осуществлять их интеграцию в полноценно функционирующие системы макромасштаба [3].

Термин «наноеда» означает, что в технологии будут использованы вкрапления наночастиц, способных помочь решить многие реальные проблемы современного фермера, а так же послужить появлению уникальных товаров [3].

Нанотехнологии оказывают существенное влияние на жизнь потребителей. Их воздействие стало более очевидно в течение последних нескольких лет в связи с организацией различных конференций, посвященных данной теме, инициированием консорциумов. Также это находит отражение в постоянном увеличении наличия нанопродуктов, доступных по сети Интернет [4].

На сегодняшний день специалисты в области пищевых технологий выделяют пять областей, где желательно применение нанотехнологии:

- Простое измельчение продукта до наночастиц,
- изготовление различных нанодобавок, улучшающих пищу,
- нанофильтрация для улучшения качества продуктов,
- биосенсоры для контроля качества пищевых продуктов,

– пищевая упаковка нового поколения, в которой продукты долго не портятся.

Однако в пищевой промышленности применение нанотехнологий ограничено, хотя достижения и открытия в данной области начинают оказывать сильное влияние. Это касается ряда важных аспектов, начиная от безопасности продуктов питания до молекулярного синтеза новых продуктов и ингредиентов [5]. Применение нанотехнологии даст много преимуществ пищевому сектору за счет создания новых оттенков вкуса, структур и ощущений, сокращения использования жиров, повышения усвояемости питательных веществ, улучшения эффективности упаковки, контроля и безопасности продуктов.

Так, компании, которые ранее сомневались, стоит ли раскрывать их научно-исследовательские программы в области «наноеды», теперь объявляют общественности о своих планах по улучшению существующих продуктов и развитию новых для сохранения доминирующих позиций на рынке.

В связи с созданием в 2000 году всемирно известной компанией Kraft консорциума Нанотек (при сотрудничестве 15 университетов и национальных исследовательских лабораторий), она заняла лидирующее положение в данной отрасли. Внимание Kraft направлено на «интерактивность» продуктов питания и напитков. Идея «интерактивной пищи» заключается в том, чтобы потребители могли сами изменять еду в зависимости от их собственных пищевых потребностей и вкусов. В основе концепции лежит то, что тысячи нанокапсул содержащие усилители вкуса или цвета, или добавленные элементы питания (например, витамины), будут оставаться в пище в бездействующем состоянии и только после активации их потребителем будут освобождены. Возможные применения: от напитков, которые меняют цвет и вкус, до продуктов, которые могут распознать и адаптироваться к аллергии потребителя или к особенностям потребностей в питании. Другие крупные компании, такие как Nestle и Unilever, изучают улучшение эмульгаторов, которые сделают текстуры более равномерным. Эти огромные западные компании несут ответственность за большую часть исследований в пищевой промышленности и ее развитие, однако нанопродукты действительно глобальное явление.

В странах Европы и в США достаточно активно развивается и становится более востребованным прикладное применение методов и разработок нанотехнологии в областях пищевой промышленности. В частности, совершенно новым и долгожданным для пищевой промышленности стало появление ингредиентов, полученных с применением технологии мицеллирования на наноуровне. Использование запатентованного нанотехнологического метода компании Aquanova AG

(Германия) позволяет получать продукты тонкого органического синтеза NovaSOL, представляющие собой мицеллярные структуры.

В Австралии используют нанокапсулы для добавления омега-3 жирных кислот в один из наиболее популярных в стране брендов белого хлеба. По словам производителя, нанокапсулы содержащие рыбий жир тунца добавляются чтобы обеспечить ценные питательные вещества, а инкапсуляция предотвращает от появления в хлебе рыбного вкуса и запаха.

NutraLease, стартап-компания Иерусалимского университета, разработал новые носители для нутрицевтиков в пищевых системах. Технология наноразмерных самоорганизующихся структурированных жидкостей (NSSL) позволяет производить инкапсуляцию нутрицевтики, космецевтики, эфирных масел и препаратов в пищевых продуктах, фармацевтических и косметических средствах. Еще одно преимущество технологии NSSL в том, что она позволяет добавлять нерастворимые соединения, что является проблемой в пищевой промышленности и косметологии. Одним из первых продуктов, разработанных с помощью этой технологии, - полезная для здоровья версия рапсового масла - уже доступна для потребителей в Израиле.

Украинские ученые также вносят свой вклад в развитие нанотехнологий. Так, в 2010 году они пришли к тому, что микроэлемент цинк в сочетании с органической кислотой производители планируют добавлять в пищевые продукты. По словам разработчиков нанотехнологий, такой цинк усваивается в десять раз эффективнее, чем неорганические добавки.

Также новые технологии в упаковке пищевых продуктов на сегодняшний день являются наиболее перспективными нанотехнологиями в пищевой промышленности в ближайшем будущем. Компании уже производят упаковочные материалы на основе нанотехнологий, которые способствуют продлению сроков годности продуктов питания и напитков и повышению безопасности пищевых продуктов.

Несмотря на озабоченность по поводу безопасности внедрения нанотехнологий, пищевая промышленность на полной скорости движется вперед, к наноупаковке. Многие компании и университеты разрабатывают упаковку, которая сможет предупреждать, если упакованные продукты питания становятся негодными, реагировать на изменения условий окружающей среды, а также самостоятельно восстанавливать целостность упаковки при ее небольших повреждениях.

Ученые из крупных компаний, в том числе Kraft и Bayer, а также многочисленных университетов и небольших компаний, разрабатывают ряд интеллектуальных упаковочных материалов, которые поглощают кислород, который, как известно, является пищей патогенных микроорганизмов, а также предупреждают потребителей об испорченных продуктах питания. Эти умные пакеты, помогут обнаружить такие патогены, как сальмонелла и кишечная палочка, и, как ожидается, будут доступны в течение ближайших нескольких лет.

Подобные технологии в настоящее время разрабатываются и в правительстве США как средство обнаружения возможных террористических актов. Ученые в Нидерландах разрабатывают умные упаковки еще более сложные, которые не только будут в состоянии ощутить, когда пища начинает портиться, но и заменят собой консерванты для продления срока годности упакованных в них продуктов.

Благодаря своей способности повышать безопасность и продлевать сроки годности продуктов питания, такие нанопакетировки находят применение по всему миру.

Например, встроенные в пластик нанокристаллы, с целью создания молекулярного барьера, который предотвращает выход кислорода. Технология в настоящее время сохраняет пиво свежим 6 месяцев, но разработчики из нескольких компаний уже работают над бутылкой, чтобы продлит срок годности до 18 месяцев. Несколько крупных производителей пива, в том числе в Южной Корее, Хайт-пивоварни и пивоваренная компания Миллер, уже используют эту технологию.

Во всем мире, многие страны уже определили потенциал нанотехнологий в продовольственном секторе и вкладывают значительные суммы в него. Уже сегодня очевидно, что различные применения нанотехнологии (материалы, покрытия поверхности и т.д.) скрывают огромный потенциал возможностей и роста для промышленности упаковочных материалов. Более длительная сохранность продуктов, меньшее количество отходов, большая безопасность продуктов – только некоторые преимущества, от которых выиграет промышленность, торговля и потребители. Таким образом, эпоха нано уже давно началась для промышленности упаковочных материалов.

Благодаря нанотехнологиям в будущем мы сможем увидеть, например, кислое молоко, которое благодаря «наноиндикатору» становится в упаковке красным. Или: упаковка куриной грудки благодаря окрашиванию в голубой цвет указывает, что срок годности уже истек или нарушена герметичность упаковки. «Пицца глубокой заморозки нано-мульти-вкус» сама настраивается путем нажатия кнопки на различные прихоти и вкусы потребителей. Посредством различных микроволн активизируются различные «нано-капсулы» так, чтобы пицца приобретала разный вкус и цвет: 400 ватт – для «Маргариты», 800 ватт – для пиццы с ветчиной и грибами и 1600 ватт – для «Четырех времен года». Так или подобным образом могут выглядеть продукты питания или упаковки будущего.

Библиографический список

1. Мировая демографическая ситуация, 2014 год: краткий доклад. – Нью-Йорк: ООН, 2014. – 44 с.
2. Tiju Joseph. Nanoforum Report: Nanotechnology in Agriculture and Food / Tiju Joseph, Mark Morrison. – UK, 2006. – 14 p.

3. Каплуненко, В.Г. Нанотехнологии в сельском хозяйстве / В.Г. Каплуненко, Н. В. Косинов, А. Н. Бовсуновский, С. А. Черный // Зерно: журнал современного агропромышленника. – 2008. - №4. – С. 46 – 56.
4. Информационная записка ИНФОСАН №1/2008 – Нанотехнология
5. Окара, А.И. Нанотехнологии в производстве пищевых продуктов: состояние нормативной базы и проблемы безопасности / А.И. Окара // Вестник ХГАЭП. – 2011. - №1(52). – С. 79 – 85.

~ D.A. Kryklyvets

~ **Nanotechnologies in the food industry**

~ **Abstract.** In the paper the author deals the topic of nanotechnology in the food industry. Presents some areas of the food industry where it is desirable to use nanotechnology. It is considered the most significant achievements in the field of "nanofood" and nano-packaging.

~ **Keywords:** nanotechnologies, nanofood, interactive food, nano-packing

УДК 004.732

М.Е.Лыков

ООО «Инновационные технологии», Самара Россия.

БЕЗОПАСНОСТЬ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОННОЙ ПОЧТЫ

Аннотация. Рассматриваются системы электронной почты предприятий и вопросы обеспечения их безопасности.

Ключевые слова: электронная почта, информационная безопасность.

Одной из основных проблем почтовых систем, имеющих прямое соединение с Интернет, являются вирусы и рекламно-информационные материалы, рассылаемые по электронной почте. Вредоносные программы, к которым относятся вирусы и различные «шпионские» программы нарушают работу локальных сетей, вплоть до отказа, обеспечивают несанкционированный доступ к информации, содержащейся на компьютерах пользователей. Незатребованная рассылка рекламно-информационных материалов по электронной почте, называемая спамом, приводит к большой потере рабочего времени, потраченного на ручную фильтрацию огромного количества сообщений. Часто при ручной фильтрации в корзину отправляется и ценная информация. Кроме прямых потерь рабочего времени имеются еще и моральные потери, поскольку пользователи получают зачастую информацию неприличного содержания. Кроме того, спам

отнимает ресурсы каналов связи, серверов электронной почты и рабочих станций. В больших почтовых системах масштаба предприятия потери рабочего времени и ресурсов достигают значительных величин.

Большинство используемых почтовых систем являются открытыми, где любой пользователь сети Интернет может, при желании, отправить сообщение любому другому пользователю. Принцип свободного обмена информацией является одним из основополагающих принципов работы Интернет и в нынешнее время не может быть пересмотрен.

Таким образом, защищенная система электронной почты, должна, соблюдая принципы свободного обмена информацией, не допускать проникновения в почтовый ящик пользователя вредоносных программ и, по возможности, ограничить незатребованную рассылку – спам.

При выполнении этих задач почтовая система должна четко определять, что является вредоносной программой и что является спамом. Следует учесть, что отнесение той или иной информации к спаму, является сугубо личным. Для одного пользователя полученная информация может нести какую-то ценность, для другого – нет. Следует также отметить, что проблема спама является условно разрешимой – любое представленное на рынке ПО подвержено следующим ошибкам:

Ошибки 1-го рода: распознавание деловой переписки в качестве нежелательной и ошибочная блокировка полезных сообщений.

Ошибки 2-го рода: распознавание нежелательной переписки как деловой и ошибочный пропуск спама в почтовый ящик пользователя.

Ошибки первого рода для промышленных систем на искусственно сгенерированном потоке сообщений составляют около 0,05%-0,005% сообщений. Ошибки второго рода – около 5% сообщений.

Основываясь на достаточно длительном опыте эксплуатации общеуниверситетской системы электронной почты, насчитывающей 15000 пользователей можно с годами были выработаны следующие требования к защищенной почтовой системе:

Почтовая система обязана обеспечить бесперебойный прием письма вне зависимости от того, какое письмо получено, кому предназначено и от кого отправлено. Никаких проверок в ходе прима передачи осуществляться не должно. Допустимы только проверки на соответствие получаемого сообщения требованиям протоколов передачи почтовых сообщений.

После приема письма необходимо обеспечить антивирусную проверку вложений, прикрепленных к почтовому сообщению. В случае обнаружения вируса в теле письма, содержащее вирус вложение должно быть удалено. Письмо без вложения должно быть доставлено до абонента с предупреждением об удалении вируса. В случае если проверить вложение на вирус не удалось (защищенные паролем файлы), письмо с вложением должно

быть доставлено абоненту с дополнительным предупреждением о потенциальной опасности.

Далее необходимо осуществить проверку на принадлежность письма к категории SPAM рассылок. Вне зависимости от значения SPAM показателей (даже если письмо является 100% спамом) письмо должно быть доставлено абоненту с маркером в поле темы, указывающей на то, что письмо было распознано как спам.

В ходе проектирования и создания защищенной почтовой системы была разработана архитектура почтовой системы, обеспечивающая выполнение вышеизложенных требований. В архитектуру системы заложена трехуровневая защита почтовых ящиков пользователей.

Уровень 1. Централизованная защита на маршрутизаторе электронной почты. На этом уровне проверяется соответствие сообщения требованиям протокола передачи электронной почты (наличие DNS MX записей для домена отправителя, наличие обратного разрешения IP-адреса в имя) и проверка наличия IP-адреса отправителя в «черных» списках, как локальных, так и централизованных (на специальных серверах Интернет). На этом уровне осуществляется первичная проверка сообщения на принадлежность к спаму и на наличие вирусов. Проверка осуществляется на основе анализа заголовков сообщения и на основе наличия в тексте сообщения URL ссылок, вызовов внешних процессов. После этого осуществляется проверка на тип и имя вложенного файла и проверка на содержание вирусов. Если сообщение определено как спам и содержит вирус или опасное вложение, то модифицируется заголовок сообщения, куда вставляется специальный текстовый маркер, и оно пересылается дальше. В случае наличия вируса, вложение удаляется.

Уровень 2. На этом уровне осуществляется контекстная проверка сообщения. При этом осуществляется поиск ключевых слов в сообщении, исходя из количества вхождений ключевых слов и их комбинаций, принимается решение о принадлежности данного сообщения к спаму. В случае, если сообщение причислено к спаму, то модифицируется заголовок сообщения, куда вставляется специальный текстовый маркер. Осуществляется еще одна проверка на вирусы. Вторая проверка на вирусы необходима для того, что бы убедиться в «чистоте» сообщения. Желательно, что бы антивирусные проверки (и проверки на спам) осуществлялись разными программными комплексами и на разных платформах.

Уровень 3. На этом уровне определяются действия над маркированными сообщениями. В зависимости от желания пользователя маркированное сообщение может быть удалено, отложено в отдельную папку или получено в основную папку.

Первые два уровня защит реализуются на выделенных для этой цели серверах, поскольку такие проверки в условиях большого потока сообщений требуют значительных ресурсов. Третий уровень защиты осуществляется

уже на рабочей станции пользователя с помощью стандартного клиентского программного обеспечения.

Выбор программного обеспечения для различных уровней основывается на анализе и тестировании программных комплексов различных производителей. Платформой для 1-го уровня реализации защиты выбран Linux. На 2-м уровне защиты реализуются на базе Windows-сервера. Основным требованием к программам фильтрации является отсутствие проверок сообщения в момент приема. При такой проверке тесты на принадлежность сообщения к спаму запускаются в момент получения команд протокола SMTP и секции заголовков сообщения. Антивирусные проверки осуществляются после получения тела сообщения. Достоинством таких систем является то, что последующие проверки и обработка электронной почты требуют меньших ресурсов. Недостатком то, что в случае ложного срабатывания (причисление сообщения к спаму) или в случае аварийной ситуации с сервером, осуществляющим проверку, сообщение может быть потеряно. К таким системам относятся:

Amavis.

Sophos Pure Message.

Яндекс Спам-Оборона.

Как удовлетворяющие условиям на основе тестов и практической эксплуатации к реализации рекомендованы:

TrendMicro IMSS на втором уровне защит.

MailScanner (или DefenderMX) от Fort Systems Ltd. на первом уровне.

Третий уровень защит, реализованный в почтовом клиенте, на рабочих станциях пользователей использует правила и выполняемые сценарии, заложенные в возможности этого программного обеспечения.

При реализации вышеизложенных подходов к реализации защищенной системы электронной почты следующие:

Формируется собственная база сигнатур спама, что облегчает и ускоряет обработку сообщений на основе уже имеющихся данных.

Вероятность потери сообщения электронной почты, после приема его маршрутизатором сведена к минимуму. Собственно, основной причиной потери сообщения может быть только авария сервера.

Решение о действиях над маркированным сообщением принимает конечный пользователь.

Отслеживается весь путь прохождения сообщения в системе, те действия, которые система производит над сообщениями.

Для масштабирования системы предлагается использовать кластеризацию серверов, что позволяет подобрать конфигурацию под любой размер системы.

Библиографический список

1. Иванов Д.В. Численный алгоритм оценивания параметров линейных динамических систем дробного порядка с помехой в выходном сигнале // Эвристические алгоритмы и распределенные вычисления. 2014. Т. 1. № 1. С. 53-63.
2. Иванов Д.В., Бармотина В.С. Численный алгоритм оценивания параметров билинейных ARX-систем с помехой в выходном сигнале // Южно-Сибирский научный вестник. 2014. № 2 (6). С. 121-124.2.
3. Каяшев А.И., Рахман П.А., Шарипов М.И. Анализ показателей надежности двухуровневых магистральных сетей // Вестник Уфимского государственного авиационного технического университета. 2014. Т. 18. № 2 (63). С. 197-207.
4. Иванов Д.В., Фролова Л.Ю. Оценивание параметров линейных многомерных по входу динамических систем нецелого порядка с помехой в выходном сигнале // Наука и образование транспорту. 2013. Т. 1. № 1. С. 209-211
5. Каяшев А.И., Рахман П.А., Шарипов М.И. Анализ показателей надежности локальных компьютерных сетей // Вестник Уфимского государственного авиационного технического университета. 2013. Т. 17. № 5 (58). С. 140-149.
6. Лычев С.А., Сидоров Ю.В. Нестационарные колебания трехслойных сферических оболочек с кратным спектром // Известия Вузов. Строительство. №4. Новосибирск, 2001, с. 31-38
7. Каяшев А.И., Рахман П.А., Шарипов М.И. Анализ показателей надежности избыточных дисковых массивов // Вестник Уфимского государственного авиационного технического университета. 2013. Т. 17. № 2 (55). С. 163-170.
8. Лычев С.А., Сидоров Ю.В. Особенности нестационарной динамики трехслойных сферических оболочек // Надежность и долговечность строительных материалов и конструкций. Материалы международной научно-технической конференции. Часть 1. Волгоград: Волгог.гос.тех.универ., 2001, с. 45-46
9. Рахман П.А., Каяшев А.И., Шарипов М.И. Марковская цепь гибели и размножения в моделях надежности технических систем // Вестник Уфимского государственного авиационного технического университета. 2015. Т. 19. № 1. С. 140-154.
10. Рахман П.А., Каяшев А.И., Шарипов М.И. Модель надежности отказоустойчивой пограничной маршрутизации с двумя интернет-провайдерами // Вестник Уфимского государственного авиационного технического университета. 2015. Т. 19. № 1. С. 131-13
11. Лычев С.А., Сидоров Ю.В., Формализация процедуры построения математических моделей вязкоупругих оболочек // Обзорение прикладной и промышленной математики. Выпуск 1. №VII. 2001, с. 261-262
12. Рахман П.А., Каяшев А.И., Шарипов М.И. Модель надежности отказоустойчивых систем хранения данных // Вестник Уфимского государственного авиационного технического университета. 2015. Т. 19. № 1. С. 155-166.
13. Рахман П.А., Шарипов М.И. Модель надежности двухузлового кластера приложений высокой готовности в системах управления предприятием // Экономика и менеджмент систем управления, 2015. №3 (17). С. 85-102.
14. Козлов Е.В., Иванов Д.В. Численный алгоритм оценивания параметров многосвязных линейных динамических систем при наличии помех во входных и выходных сигналах // Вестник транспорта Поволжья. 2010. № 3. С. 10-16
15. Рахман П.А., Бобкова Е.Ю. Анализ коэффициента готовности двухуровневых магистральных сетей передачи данных // Reliability models in engineering and technical science-2015. Proceedings of the International scientific and practical conference. Saint-Louis, Missouri, USA, 2015. С. 40-55.

16. Рахман П.А., Бобкова Е.Ю. Модель надежности маршрутизации с двумя независимыми интернет-провайдерами. // Reliability models in engineering and technical science-2015. Proceedings of the International scientific and practical conference. Saint-Louis, Missouri, USA, 2015. С. 63-72.

17. Рахман П.А., Смирнова М.С. Марковские цепи гибели и размножения в моделях надежности технических систем // Reliability models in engineering and technical science-2015 Proceedings of the International scientific and practical conference. Saint-Louis, Missouri, USA, 2015. С. 103-115.

18. Рахман П.А., Фролова Е.А. Специализированные модели системы хранения данных на базе избыточных дисковых массивов // Reliability models in engineering and technical science-2015. Proceedings of the International scientific and practical conference. Saint-Louis, Missouri, USA, 2015. С. 77-86.

М.Е. Lykov

Security of electronic mail systems

Abstract. This paper deals with electronic mail systems. Security problems of email systems are also discussed within scope of this article.

Keywords: email systems, information security.

УДК 004.056

В.В. Меньших, О.В. Толстых

Воронежский институт МВД России, Воронеж, Россия.

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЗАИМООТНОШЕНИЙ МЕЖДУ
ЭЛЕМЕНТАМИ ОБЪЕКТА ИНФОРМАТИЗАЦИИ В ПРОЦЕССЕ
ЗАЩИТЫ ОТ УГРОЗ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ**

Аннотация. В статье рассматриваются возможные пути распространения угроз информационной безопасности на элементах объекта информатизации.

Ключевые слова: угрозы информационной безопасности, объект информатизации, информационная система, граф, система защиты информации.

Рассмотрим объект информатизации, функционирующий в условиях риска возникновения угроз информационной безопасности, т.е. допускается вероятность встраивания несанкционированных технических устройств или программных средств в элементы объекта информатизации, представляющих опасность нарушения информационной безопасности. Рассмотрим потенциальные возможности распространения этих угроз на объекте информатизации в интересах решения вопросов оптимизации выбора вариантов системы защиты информации.

Существуют угрозы информационной безопасности различных типов. Данные угрозы могут реализовываться как одновременно, так и независимо друг от друга. Например, в зависимости от ситуации, несанкционированный доступ к информации допускает или не допускает возможность несанкционированного воздействия на эту информацию [1, 2, 5]. Поэтому, учитывая многообразие возможных ситуаций, порождающих комбинации угроз информационной безопасности, будем рассматривать их независимо друг от друга.

В каждом объекте информатизации [2] могут быть выделены отдельные компоненты:

- совокупность информационных систем, отличающихся информационными ресурсами и способами их обработки (K),
- совокупность вспомогательных технических средств, обеспечивающих функционирование информационных систем (V),
- персонал (L).

Каждая из компонент в свою очередь может быть разделена на множество элементов, которые могут подвергаться различным угрозам

информационной безопасности. Следовательно, объект информатизации представляет собой многоуровневую иерархическую систему.

Между элементами рассматриваемой системы (одного и даже различных уровней) существуют различного вида взаимоотношения, которые могут способствовать распространению угроз информационной безопасности.

Поэтому для решения задачи обеспечения комплексной безопасности объекта информатизации необходимо выявить взаимоотношения между отдельными элементами для изучения их влияния на показатели обеспечения информационной безопасности объекта информатизации в целом в интересах последующей оптимизации этих показателей.

Взаимоотношения между отдельными элементами являются проявлением осуществляемых политик безопасности информационных систем, используемых на данном объекте информатизации. Обратимся к рассмотрению только тех взаимоотношений между элементами компонент объекта информатизации, которые влияют на распространение угроз информационной безопасности на этом объекте.

Традиционно все взаимоотношения между элементами систем любой природы сводятся к бинарным отношениям следующих основных видов [3, 6, 7]:

- топологическим, характеризующим отношения пространственного расположения элементов относительно друг друга;
- функциональным, характеризующим существования отношения зависимости между элементами, в частности, отношения вида «иметь функцию»;
- информационным, характеризующим отношения передачи информации между элементами;
- временным, характеризующим причинно-следственные отношения между элементами, в частности, отношения типа «завершиться ранее начала выполнения другого действия».

При выборе отношений следует учитывать только те, которые могут влиять на значения показателей эффективности [1] относятся конфиденциальность информации и ресурсов информационной системы, доступность информации и ресурсов информационной системы и целостность информации и ресурсов информационной системы.

Нахождение отношений каждого вида фактически позволяет сформировать соответствующую структуру, под которой мы будем понимать пару (M, S) , состоящую из множества M заданного на этом множестве отношения S .

Обозначим $U = \{u_1, u_2, \dots, u_m\}$ – множество различных типов угроз информационной безопасности.

Осуществим анализ перечисленных видов отношений между отдельными элементами с точки зрения возможности распространения угроз информационной безопасности каждого i -го типа, и построим структуры объектов информатизации соответствующих видов.

К топологическим отношениям, в частности, относятся отношения между элементами как физическими телами, например, «иметь взаимоположения в пространстве, при котором возникает опасность передачи угрозы ИБ». При техническом оснащении объектов информатизации должны быть соблюдены требования [8] по размещению вспомогательных технических средств общего пользования и аппаратных средств информационных систем. Однако это не может в полной мере исключить риск и сохраняется вероятность распространения угроз информационной безопасности. Поэтому при оценке возможности распространения угроз i -го типа следует учитывать следующие отношения:

T_1^i - между лицами персонала и вспомогательными техническими средствами,

T_2^i - между вспомогательными техническими и аппаратными средствами,

T_3^i - лицами персонала между собой.

Таким образом, топологическая структура объекта информатизации имеет вид $(L \cup V \cup K, T_1^i \cup T_2^i \cup T_3^i)$.

Политикой безопасности закрепляется определенный порядок использования персоналом ресурсов ИС, вследствие чего возникают функциональные отношения, влияющие на возможность распространения i -го типа угроз информационной безопасности

F^i – между лицами персонала и аппаратно-программными средствами информационных систем.

Таким образом, функциональная структура объекта информатизации имеет вид $(L \cup K, F^i)$.

К информационным отношениям, в частности, относятся отношения вида «быть источником информации» или «быть получателем информации», вследствие чего возникают информационные отношения

I^i – между аппаратно-программными средствами информационных систем.

Таким образом, информационная структура объекта информатизации имеет вид (K, I^i) .

Временные отношения описывают причинно-следственные связи между элементами объекта информатизации, т. е. всегда являются проявлением существующих информационных и функциональных отношений в конкретных ситуациях использования информационных систем, например, решении прикладных задач. Следовательно, учет всех информационных и функциональных отношений автоматически приведет к

учету и всех временных отношений. Поэтому временные отношения в дальнейшем в работе не рассматриваются.

Проведенный анализ дает общее представление о взаимоотношениях элементов на объекте информатизации. Для того чтобы использовать полученное описание для моделирования процессов распространения угроз информационной безопасности, его следует детализировать, указав конкретные элементы каждого компонента.

При этом каждый элемент рассматривается нами в качестве источника i -го типа угрозы информационной безопасности. Поэтому принадлежность элемента конкретному компоненту объекта информатизации принципиального значения не имеет.

Обозначим FV множество всех элементов, т. е. $FV = L \cup V \cup K$.

Анализ условий распространения угроз информационной безопасности, появление угрозы, обусловленной одним видом отношений, может далее распространяться вследствие наличия отношений другого вида.

Поэтому, несмотря на различную природу возникновения перечисленных выше отношений, общим для них является возможность перехода угроз информационной безопасности, возникающих на элементе объекта информатизации в процессе осуществления этих отношений. Поэтому далее мы не будем учитывать природу взаимоотношения, поскольку она не сказывается на общем результате.

Обозначим FE^i множество всех отношений, т. е. $FE^i = T_1^i \cup T_l^i \cup T_r^i \cup F^i \cup I^i$.

Таким образом, структура объекта информатизации, объединяющая все полученные выше структуры, имеет вид (FV, FE^i) .

Отношение FE^i в силу своей природы является бинарным, т. е. включающим пары элементов множества FV . Поскольку FV является конечным множеством элементов объекта информатизации, то для описания бинарного отношения FE^i можно использовать ориентированный граф отношения и матрицу отношения [4].

Обратимся к рассмотрению данных представлений отношения FE^i . По определению [4] вершины графа $F^i = (FV, FE^i)$ отношения, соответствуют элементам множества FV , а дуги - элементам множества FE^i . Матрица отношения фактически представляет собой матрицу смежности графа отношения.

Пример графа структуры приведен на рисунке, где отношения разных типов описываются стрелками различного вида.

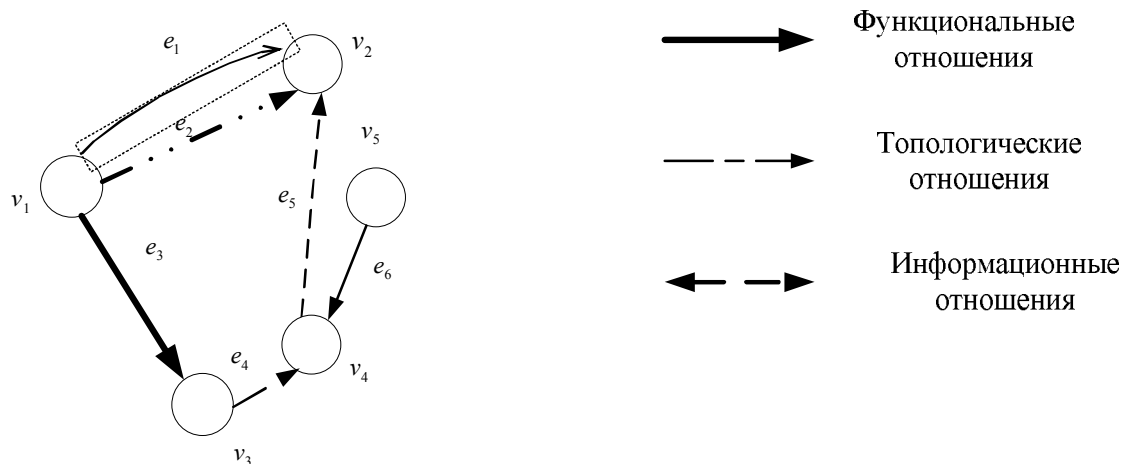


Рис. Пример графа реализации отношений между элементами объекта информатизации

Угрозы информационной безопасности различных типов могут реализовываться одновременно. Поэтому необходимо рассмотреть объединенную модель, учитывающую возможности распространения угроз различных типов.

Обозначим $FE = \bigcup_{i=1}^m FE^i$. Для сохранения информации о типе угрозы, распространение которой описывается отношением $e_p \in FE$ введем функцию $h: FE \rightarrow \{1, 2, \dots, m\}$, действующую из множества всех отношений во множество номеров угроз информационной безопасности.

Тем самым, может быть определен граф $F = (FV, FE, h)$, который является графом с раскрашенными дугами. Данный граф представляет собой модель, которая может описать только потенциальные возможности распространения угроз информационной безопасности.

Для того, чтобы учесть потенциальные возможности функционирования системы защиты определим граф $H = (HV, HE, h)$, который является объединением графов $H_i = (H_iV, H_iE, h)$, соответствующих каждому i -му элементу СЗИ: $H = \bigcup_{i=1}^s H_i$. Графы H_i определяются следующим образом:

- если элемент системы защиты информации блокирует распространение угрозы между элементами объекта информатизации, которым соответствуют вершины v_{i1} и v_{i2} и дуга $e_{i,12}$ цвета h_i , то $H_i = (H_iV, H_iE, h_i)$;

- если элемент системы защиты информации устраняет угрозу на самом элементе объекта информатизации, моделируемом вершиной v , которая моделируется цветом h_i , данная угроза может распространиться на рассматриваемый элемент объекта информатизации с элементов,

моделируемых вершинами $v_{j1}, \dots, v_{jl}$ по дугам $e_{i1,2}, \dots, e_{il,i}$ цвета h_i . Тогда $H_i = (H_i V, H_i E, h_i)$, где

$$H_i V = \{v_i, v_{ji}, \dots, v_{jl}\},$$

$$H_i E = \{e_{ji}, \dots, e_{jl,i}\}.$$

Обозначим $F = (FV, FE, h)$ граф распространения и устранения угроз информационной безопасности на элементах объекта информатизации.

Утверждение. $G = F \oplus H$, где $\oplus$ - операция кольцевой суммы графов.

Доказательство. В соответствии с определением кольцевая сумма графов F и H определяется как граф, построенный по множеству дуг $GE = (FE \cup HE) \setminus (FE \cap HE)$. Из описанного выше способа построения графа H следует, что $HE \subseteq FE$, тогда $GE = FE \setminus (FE \cap HE) = FE \setminus HE$.

Граф F построен на основе тех дуг, по которым могут распространяться угрозы информационной безопасности не устраняемые системой защиты информации. Данный граф представляет собой концептуальную структурно-параметрическую модель (в качестве параметров можно рассматривать цвета дуг графа), которая описывает потенциальные возможности распространения и устранения угроз информационной безопасности на элементах объекта информатизации [9].

Библиографический список

1. Меньших В.В. Выявление взаимоотношений между показателями информационной безопасности / В.В. Меньших, О.В. Толстых / Охрана, безопасность и связь - 2009: сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции. – Воронеж: Воронежский институт МВД России, 2010. – с. 132 – 133.
2. Защита информации. Объект информатизации. Факторы, воздействующие на информацию. Общие положения [Текст]: ГОСТ Р 51275-1999. – М.: Изд-во стандартов, 1999. – 105 с.
3. Бублик Н.Г. Логико-лингвистические модели в военных системных исследованиях // Н.Г. Бублик, В.Е. Евстигнеев, В.И. Новосельцев, А.И. Рог, Е.К. Суворов, Б.В. Тарасов / Под ред. Е.А. Евстигнеева. – М.: Военное издательство, 1988. – 232 с.
4. Оре, О. Теория графов [Текст] / О.Оре. – М.: Наука, 1980. – 336 с.
5. Основы информационной безопасности: учебник [Текст] / В. А. Минаев, С. В. Скрыль, А. П. Фисун, В. Е. Потанин, С. В. Дворянкин. – Воронеж: Воронежский институт МВД России, 2000. – 464 с.
6. Дегтярев Ю. И. Системный анализ и исследование операций / Ю. И. Дегтярев. – М.: Высшая школа, 1996. – 335 с.
7. Новосельцев В.И. Системный анализ: современные концепции / В.И. Новосельцев – Воронеж: Кварта, 2003. – 320 с.
8. Толстых О.В. Анализ причин возникновения угрозы несанкционированного блокирования информации объекта информатизации / О.В. Толстых / Актуальные вопросы эксплуатации систем охраны и защищённых телекоммуникационных систем: сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции. – Воронеж: Воронежский институт МВД России, 2011. – с. 266 – 267.

9. Меньших В.В. Моделирование возникновения угроз информационной безопасности на объекте информатизации / В.В. Меньших, О.В. Толстых / Информация и безопасность, 2011, вып.1.

» V.V.Menshikh, O.V.Tolstykh

» **Modeling relationships between elements of the object of Informatization in the process of protecting against threats information security**

» **Abstract.** The article discusses the different ways of distribution of information security threats to the elements of the object information.

УДК 330.131.7

П.О. Михин

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск,
Россия

АНАЛИЗ РИСКОВ ПРОЦЕССА ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРИВОДОВ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕНЗОРНОГО МЕТОДА

Аннотация. Необходимость анализа все более и более сложных систем актуальна в настоящее время. Одним из методов, позволяющих проводить такой анализ, является тензорный метод Габриэля Крона. Проанализирован процесс проектирования механизмов приводов космических аппаратов с применением тензорного метода. Определены проблемные этапы процесса.

Ключевые слова: Тензорный метод Габриэля Крона, бизнес-процессы, проектирование механизмов приводов

Процессы современного машиностроения постоянно усложняются, при этом их сложность растет по экспоненте. Сложность существующих процессов в настоящее время достигла такого уровня в силу внешних и внутренних условий ведения бизнеса, что практически невозможно встретить процесс, замкнутый на одном подразделении или сотруднике.

Все процессы требуют постоянного активного взаимодействия множества подразделений и подсистем, что не всегда проходит идеально или таким образом, как предполагалось первоначально. Анализ процессов и их отклонений может применяться при бизнес-моделировании, реинжиниринге, функционально-стоимостном анализе, автоматизации технологических процессов.

Применим тензорный метод анализа Г. Крона [1, 2] для определения наиболее проблемных этапов процесса, где взаимодействие между этапами приводит к наибольшему количеству отказов. В качестве примера рассмотрим процесс проектирования механизмов приводов космических аппаратов [3], этапы которого представлены на рисунке 1.

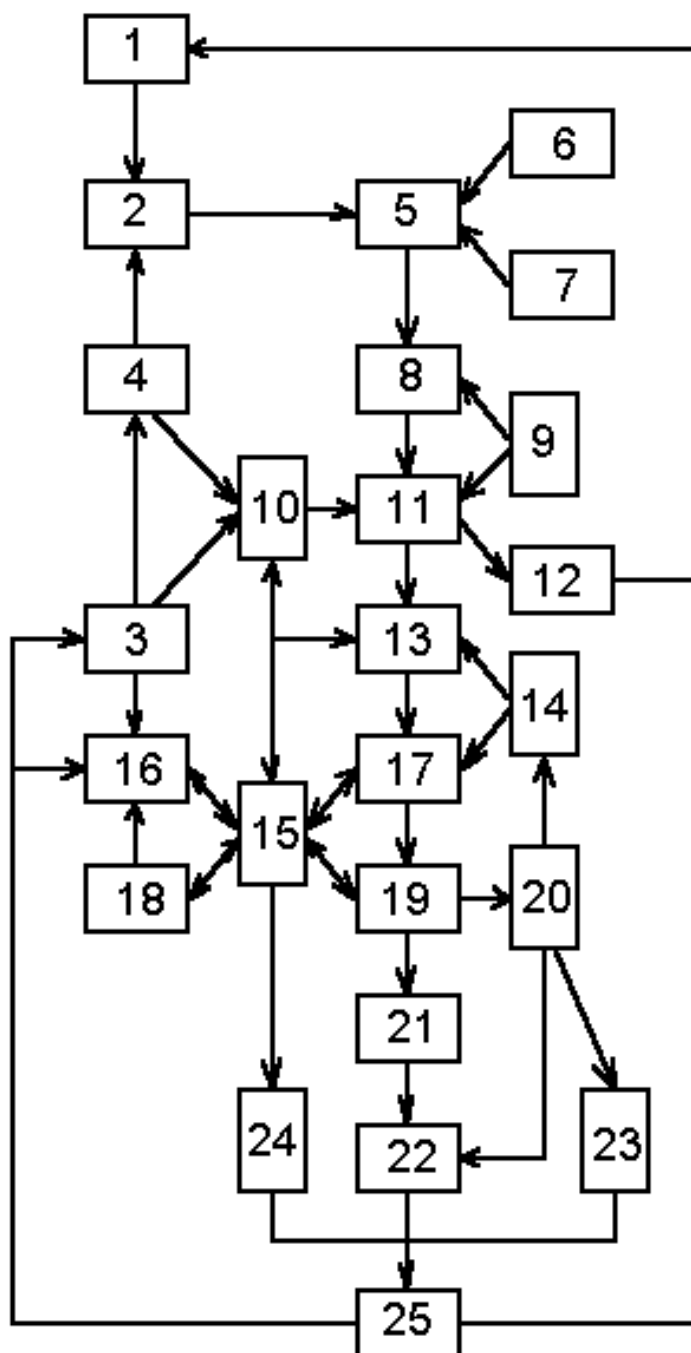


Рисунок 1 - Схема процесса проектирования механизмов приводов космических аппаратов

Процесс состоит из следующих этапов:

1 - требования к механическим блокам космического аппарата;

- 2 - разработка технического задания на проектирование;
- 3 - оценка ранее разработанных устройств;
- 4 - выбор базовой конструкции;
- 5 - требования к конструкции механических блоков космического аппарата;
- 6 - ограничения по материальным и временным ресурсам;
- 7 - технологические ограничения;
- 8 - декомпозиция объекта в системе отношений преобразований;
- 9 - детерминированная оценка отношений преобразований и требования к данным;
- 10 - эвристики;
- 11 - формирование каталогов объектов;
- 12 - оценка затрат;
- 13 - предварительное конструирование;
- 14 - оценка испытаний элементов и опытных образцов;
- 15 - расчетные модели;
- 16 - данные;
- 17 - выбор стратегии проектных расчетов;
- 18 - экспериментальное обоснование границ изменения параметров;
- 19 - проектирование;
- 20 - модели и методики оценки параметров и отработки механики привода;
- 21 - изготовление;
- 22 - подготовка к эксплуатации (испытаниям);
- 23 - план испытаний;
- 24 - требования к данным;
- 25 - испытания.

В рамках применения метода необходимо преобразование процесса и дальнейшее разделение на части (полученные разном структур процесс на бесконечное расстояние), используемые для описания процесса, по числу замкнутых контуров в преобразованной схеме (рисунок 2) с учетом принципа попадания каждого элемента только в одну часть. Всего для анализа доступно 27 частей, обозначенных римскими цифрами на рисунке. Кругом со стрелкой и номером обозначены переходы между этапами первоначальной схемы и направление движения информации. Этапы первоначальной схемы обозначены арабскими цифрами.

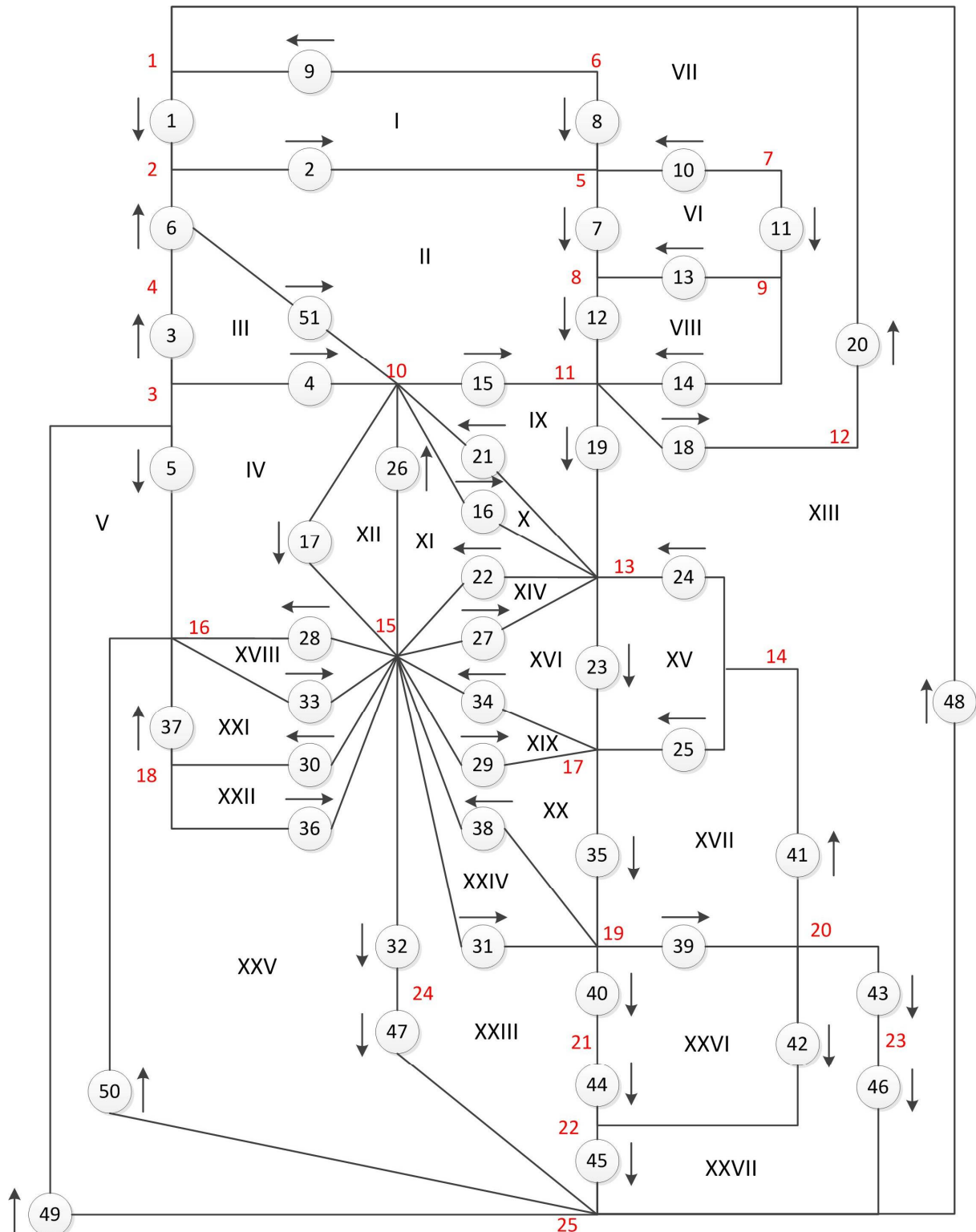


Рисунок 2 - Преобразованная схема процесса проектирования механизмов приводов космических аппаратов

Далее проводится описание состояния каждой части процесса, разберем анализ первой части (рисунок 3), где кружком со стрелкой и номером обозначены переходы между этапами первоначальной схемы, латинской буквой А обозначен вектор интенсивности отказов в рассматриваемой части

процесса, В и G – векторы интенсивности отказов в смежных частях. Остальные части процесса анализируются аналогичным образом.

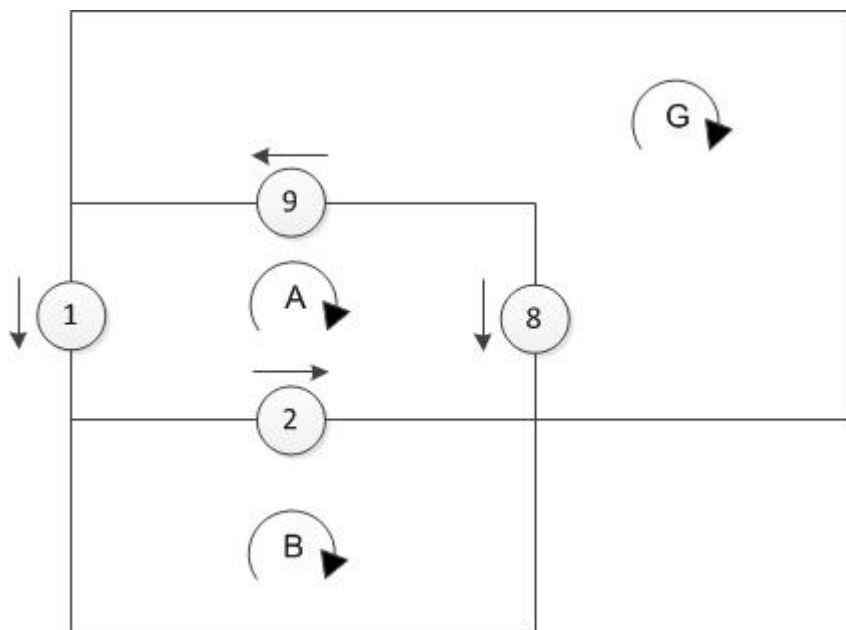


Рисунок 3 - Первая часть процесса

В качестве матричного уравнения состояния примитивной схемы выбрано соотношение:

$$Y = N \cdot y, \text{ где}$$

y – вектор, компоненты которого представляют собой интенсивности отказов, протекающих в соответствующих этапах процесса,

Y – вектор, компоненты которого представляют собой вероятности отказа на этапе,

N – квадратная матрица, элементы главной диагонали которой представляют собой длительность выполнения этапов процессов.

Для первой части процесса указанные элементы примут следующий вид:

$$y_{01} = [y_{01}; y_{02}; y_{08}; y_{09}]$$

$$N_1 = \begin{bmatrix} N_1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & N_2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & N_8 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & N_9 \end{bmatrix} Y_1 = \begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ Y_8 \\ Y_9 \end{bmatrix} \begin{cases} y_{01} = -y_{0A} \\ y_{02} = -y_{0A} + y_{0B} \\ y_{08} = y_{0A} - y_{0G} \\ y_{09} = y_{0A} + y_{0G} \end{cases}$$

Построим матрицу перехода S для данной части процесса, состоящую из нулей и единиц с учетом знака:

$$C_I = \begin{matrix} & \begin{matrix} A & B & G \end{matrix} \\ \begin{matrix} 1 \\ 2 \\ 8 \\ 9 \end{matrix} & \begin{bmatrix} -1 & 0 & 0 \\ -1 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & -1 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix} \end{matrix}$$

По формулам, предложенным Г. Кроном, переходим к описанию состояния проанализированной части процесса:

$$Y'_I = C_I^T \cdot Y_I = \begin{bmatrix} -1 & -1 & 1 & -1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ Y_8 \\ Y_9 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -Y_1 - Y_2 + Y_8 - Y_9 \\ Y_2 \\ -Y_8 + Y_9 \end{bmatrix}$$

$$N'_I = C_I^T \cdot N_I \cdot C_I = \begin{bmatrix} -1 & -1 & 1 & -1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} N_1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & N_2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & N_8 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & N_9 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} -1 & 0 & 0 \\ -1 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & -1 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix} =$$

$$\begin{bmatrix} N_1 + N_2 + N_8 + N_9 & -N_2 & -N_8 - N_9 \\ -N_2 & N_2 & 0 \\ -N_8 - N_9 & 0 & N_8 + N_9 \end{bmatrix}$$

Далее на основании результатов вычислений по всем частям процесса составляем матрицы для полного процесса Y' , N' и матрицу перехода от частей к целому процессу. Осуществляем аналогичные преобразования для полученных матриц, на основании которых составляем систему уравнений:

$$\begin{aligned}
& y_1(N_1+N_2+N_8+N_9)-y_2N_2-y_7(N_8+N_9) = Y_1-Y_2+Y_8-Y_9 \\
& -y_1N_2+y_2(N_2+N_6+N_7+N_{51}+N_{12}+N_{15})-y_3N_{51}-y_6N_7-y_8N_{12}-y_9N_{15} = Y_2+Y_6+Y_7- \\
& Y_{51}+Y_{12}-Y_{15} \\
& -y_2N_{51}+y_3(N_3+N_4+N_{51})-y_4N_4 = Y_3-Y_4+Y_{51} \\
& -y_3N_4+y_4(N_4+N_5+N_{49}+N_{50}+N_{17}+N_{28})-y_5N_5-y_{12}N_{17}-y_{18}N_{28}+y_{25}N_{50} = -Y_4- \\
& Y_5+Y_{17}+Y_{28} \\
& -y_4N_5+y_5N_5 = Y_5-Y_{49}-Y_{50} \\
& -y_2N_7+y_6(N_7+N_{10}+N_{11}+N_{13})-y_7(N_{10}+N_{11})-y_8N_{13} = Y_7-Y_{10}+Y_{11}+Y_{13} \\
& -y_1(N_8+N_9)-y_6(N_{10}+N_{11})+y_7(N_8+N_9+N_{10}+N_{11}+N_{18}+N_{20}+N_{14})-y_8N_{14}- \\
& y_{13}(N_{18}+N_{20}) = -Y_8+Y_9+Y_{10}-Y_{11}-Y_{18}-Y_{20}-Y_{14} \\
& -y_2N_{12}-y_6N_{13}-y_7N_{14}+y_8(N_{12}+N_{13}+N_{14}) = -Y_{12}-Y_{13}+Y_{14} \\
& -y_2N_{15}+y_9(N_{15}+N_{19}+N_{21})-y_{10}N_{21}-y_{13}N_{19} = Y_{15}+Y_{19}+Y_{21} \\
& y_9N_{21}-y_{10}(N_{16}+N_{21})+y_{11}N_{16} = Y_{16}+Y_{21} \\
& -y_{10}N_{16}+y_{11}(N_{16}+N_{26}+N_{22})-y_{12}N_{26}-y_{14}N_{22} = Y_{16}+Y_{26}+Y_{22} \\
& y_4N_{17}+y_{11}N_{26}-y_{12}(N_{17}+N_{26}) = Y_{17}+Y_{26} \\
& -y_7(N_{18}+N_{20})-y_9N_{19}+y_{13}(N_{18}+N_{20}+N_{19}+N_{24}+N_{48}+N_{41}+N_{43}+N_{46})-y_{15}N_{24}-y_{17}N_{41}- \\
& y_{27}(N_{43}+N_{46}) = Y_{18}+Y_{20}-Y_{19}+Y_{24}-Y_{48}+Y_{41}-Y_{43}-Y_{46} \\
& y_{11}N_{22}-y_{14}(N_{22}+N_{27})+y_{16}N_{27} = Y_{22}+Y_{27} \\
& -y_{13}N_{24}+y_{15}(N_{24}+N_{23}+N_{25})-y_{16}N_{23}-y_{17}N_{25} = -Y_{24}-Y_{23}+Y_{25} \\
& -y_{14}N_{27}-y_{15}N_{23}+y_{16}(N_{27}+N_{23}+N_{34})-y_{19}N_{34} = Y_{27}+Y_{23}+Y_{34} \\
& y_{13}N_{41}+y_{15}N_{25}-y_{17}(N_{25}+N_{41}+N_{35}+N_{39})+y_{20}N_{35}+y_{26}N_{39} = Y_{25}+Y_{41}+Y_{35}+Y_{39} \\
& y_4N_{28}-y_{18}(N_{28}+N_{33})+y_{21}N_{33} = Y_{28}+Y_{33} \\
& y_{16}N_{34}-y_{19}(N_{34}+N_{29})+y_{20}N_{29} = Y_{34}+Y_{29} \\
& -y_{17}N_{35}-y_{19}N_{29}+y_{20}(N_{29}+N_{35}+N_{38})-y_{24}N_{38} = Y_{29}+Y_{35}+Y_{38} \\
& -y_{18}N_{33}+y_{21}(N_{33}+N_{30}+N_{37})-y_{22}N_{30}-y_{25}N_{37} = Y_{33}+Y_{30}+Y_{37} \\
& y_{21}N_{30}-y_{22}(N_{30}+N_{36})+y_{25}N_{36} = +Y_{30}+Y_{36} \\
& y_{23}(N_{44}+N_{45}+N_{47}+N_{31}+N_{32}+N_{40})-y_{24}N_{31}-y_{25}(N_{47}+N_{32})-y_{26}(N_{44}+N_{40})-y_{27}N_{45} = \\
& Y_{44}+Y_{45}-Y_{47}+Y_{31}-Y_{32}+Y_{40} \\
& y_{20}N_{38}+y_{23}N_{31}-y_{24}(N_{31}+N_{38}) = Y_{31}+Y_{38} \\
& y_4N_{50}-y_{21}N_{37}-y_{22}N_{36}-y_{23}(N_{47}+N_{32})+y_{25}(N_{50}+N_{37}+N_{47}+N_{32}+N_{36}) = -Y_{50}- \\
& Y_{37}+Y_{47}+Y_{32}+Y_{36} \\
& -y_{17}N_{39}-y_{23}(N_{44}+N_{40})+y_{26}(N_{44}+N_{39}+N_{40}+N_{42})-y_{27}N_{42} = -Y_{44}+Y_{39}-Y_{40}+Y_{42} \\
& -y_{13}(N_{43}+N_{46})-y_{23}N_{45}-y_{26}N_{42}+y_{27}(N_{45}+N_{42}+N_{43}+N_{46}) = -Y_{45}-Y_{42}+Y_{43}+Y_{46}
\end{aligned}$$

Решением полученной системы зависимых друг от друга уравнений будут значения интенсивностей отказов на каждой из 27 частей процесса. Максимальное по модулю (без учета направления движения информации) значение интенсивности укажет на часть процесса, наиболее подверженную отказам.

В рассмотренном случае интенсивности отказов с учетом эмпирических данных (Таблица 1) принимают значения от 0,00108 (взаимодействие между этапами 3, 16, 25, часть V) до 0,16486 (взаимодействие между этапами 10 и 15, часть XII).

Таблица 1. Эмпирические данные процесса проектирования механизмов приводов космических аппаратов

Этап	Порядковый номер перехода между этапами, рис. 2	Вероятность отказа, Y	Длительность этапа процесса, нед, N
1	1	20%	3,5
2	2	5%	10,0
3	3 4 5	40%	15,0
4	6 51	40%	2,0
5	7	33%	20,5
6	8 9	20%	3,0
7	10 11	20%	3,5
8	12	70%	2,5
9	13 14	70%	3,0
10	15 16 17	50%	0,0
11	18 19	50%	3,5
12	20	50%	3,5
13	21 22 23	43%	6,7
14	24 25	43%	6,7
15	26 27 28 29 30 31 32	43%	6,7
16	33	43%	6,7
17	34 35	43%	6,7
18	36 37	43%	6,7
19	38 39 40	43%	6,7
20	41 42 43	43%	6,7
21	44	43%	6,7
22	45	43%	6,7
23	46	43%	6,7
24	47	43%	6,7
25	48 49 50	26%	3,5

На основании полученных результатов целесообразно более подробно рассмотреть взаимодействие между этапами 10 и 15 процесса с целью повышения эффективности взаимодействия на данных этапах.

Таким образом, в рамках исследования получены следующие результаты:

Тензорный метода анализа Г. Крона применен для анализа процесса проектирования механизмов приводов космических аппаратов.

Построена система уравнений, описывающая процесс проектирования механизмов приводов космических аппаратов

На основании эмпирических данных определен этап процесса, наиболее подверженный отказам (взаимодействие этапов 10 и 15).

Необходима оптимизация выявленного проблемного взаимодействия.

Библиографический список

1. Крон, Г. Исследование сложных систем по частям - диакоптика. Москва : Наука, 1972.
2. Тензорная методология исследования надежности бизнес-процессов: Научное издание / Е.В. Веревкина, Д.Н. Левин, М.Н. Петров: Под ред. Профессора М.Н. Петрова – Красноярск: НИИ СУВПТ, 2006г. – 135с. Издание второе, дополненное
3. Н.В. Василенко, Н.И. Галибей, В.К. Купалов, С.П. Ереско, Т.Т. Ереско, Е.Н. Ивашов, А.Ф. Крайнев, А.В. Суворинов, Н.А. Смирнов, Е.В. Сугак, В.А. Титов, А.Н. Тихонов, В.Ф. Терентьев, В.И. Усаков, С.А. Шабалин, А.С. Янюшкин. Механика современных специальных систем: Т.3. Монография в 3-х томах /Под общей редакцией профессоров Н.В. Василенко, Н.И. Галибея. – Красноярск: ООО «Печатные технологии», 2004. – 558с.

~ P.O. Mikhin

~ **Abstract.** There is high topicality of more and more complicated structures analysis currently. The Gabriel Kron tensor method is one of the methods to examine a structure. The process of spaceship driving device projecting is analysed with using tensor method. The problem stages are defined.

~ **Keywords:** Gabriel Kron tensor method, business process, driving device projecting

УДК 519.83

Д.П. Олейников, Л.Н. Бутенко

ФГБОУ ВПО Волгоградский государственный технический университет,
Волгоград, Россия.

ГРАФИЧЕСКОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ЭВРИСТИЧЕСКИХ ПАТТЕРНОВ В КРИТЕРИЯХ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ТЕОРИИ ИГР С ПРИРОДОЙ*

Аннотация. В статье рассмотрена реализация критериев теории принятия решений теории игр с природой на языке T-SQL. На основе сопоставления реализации критериев с известными эвристическими паттернами сформированы графические представления паттернов.

Ключевые слова: Системный синтез, теория принятия решений, эвристический паттерн.

**Исследования поддержаны грантом РФФИ 14-01-31094 мол_а «Эвристические модели синтеза методов принятия решений»*

Синтез инноваций и технологий актуализирует задачи их эффективной оценки, что невозможно качественно выполнить без современных методов и средств поддержки принятия решений [1]. Это обусловлено возрастающим объемом разнородной информации, который должен учитывать эксперт в процессе принятия решения, сокращением допустимого срока выработки решений, а также присутствием различного рода НЕ-факторов.

Одними из актуальных направлений, которые используют методы теории принятия решений (ТПР) для решения своих задач, являются концептуальное проектирование систем и САПР. Решение задач на начальном этапе проектирования требует перебора и оценивания значительного количества альтернатив, при этом возникают ситуации, в которых альтернативы могут быть описаны как количественно, так и (в подавляющем большинстве) качественно. При этом параметры проблемной области могут значительно ограничивать множество допустимых методов принятия решений (МПР), вплоть до пустого множества.

Эффективность синтеза МПР во многом зависит от результатов когнитивных операций, выполняемых в ходе данного процесса. Одним из «осязаемых» результатов выполнения когнитивных операций, эффективность которых показана во времени, являются эвристики, основное назначение которых состоит в интенсификации интеллектуальной деятельности [2]. Эвристики существенно увеличивают скорость выполнения процедуры

синтеза, снимают проблему размерности, снижают нагрузку на конструктора, при этом может быть получено качественное решение.

Целесообразным является построение соответствующей автоматизированной системы поддержки процесса синтеза (АС ППС), содержащей банк эвристик, которые могут быть использованы при конструировании новых методов принятия решений.

В ходе исследования была выделена группа методов, относящихся к «Теории игр с природой» [3]. В первую очередь, из-за того, что данная группа методов достаточно широко используется (один из самых распространенных критериев - минимаксный). Во вторую – из-за того, что математический аппарат данной группы методов достаточно прост, чтобы наглядно показать способы их формирования в случае их обнаружения. Был проведен анализ данных методов с использованием принципов системного подхода [4], в процессе которого выделялись их функциональные и структурные элементы, определялись отношения и информационные потоки [5].

В результате проведенного анализа критериев была выделена группа эвристических паттернов, которые могли быть использованы для получения данных критериев : «инверсия способа формирования оценки альтернативы» (ИС) [6], «инверсия результата» (ИР) [7], «регулятор» (Р) [8], «перенос» (П), «включение» (В), «иерархия» (Х), «фильтр» (Ф), «вариативность единичной оценки» (ВЕО), «вариативность интегральной оценки» (ВИО) [9,10]. Граф возможной эволюции критериев с использованием выявленных паттернов приведен на Рисунке 1.

Для анализа эвристических паттернов была проведена их реализация средствами СУБД MS SQL Server 2012 [11], а также были реализованы основные критерии принятия решений теории игр с природой [3]. Пример реализации критерия Байеса-Лапласа на языке T-SQL приведен ниже.

```
CREATE FUNCTION [dbo].[fn_bl] (@p_decision_task_id numeric)
RETURNS TABLE AS RETURN
(
    WITH _data as -- получение исходного набора данных
    (SELECT m.* from PAYOFF_MATRIX m where m.decision_task_id =
    @p_decision_task_id
    ),
    _target_val AS -- Определение мат.ожидания альтернативы
    (SELECT d.ALTERNATIVE_ID,
    SUM(d.PAYOFF*e.STATE_PROBABILITY) AS target_val
    FROM _data d, ENVIRONMENT_STATE e
    WHERE 1=1
    and d.ENVIRONMENT_STATE_ID =
    e.ENVIRONMENT_STATE_ID
    GROUP BY d.ALTERNATIVE_ID),
```

```

_best_target_val AS -- Определение максимального значения целевой
функции
(SELECT max(target_val) AS best_target_val
FROM _target_val),
_result AS -- Определение альтернативы с максимальным значением
целевой функции
(SELECT _target_val.ALTERNATIVE_ID, a.NAME, a.DESRIPTION,
_target_val.target_val
FROM _target_val, _best_target_val, ALTERNATIVE a
WHERE 1=1
and _best_target_val.best_target_val = _target_val.target_val
and a.ALTERNATIVE_ID = _target_val.ALTERNATIVE_ID)
SELECT * FROM _result)

```

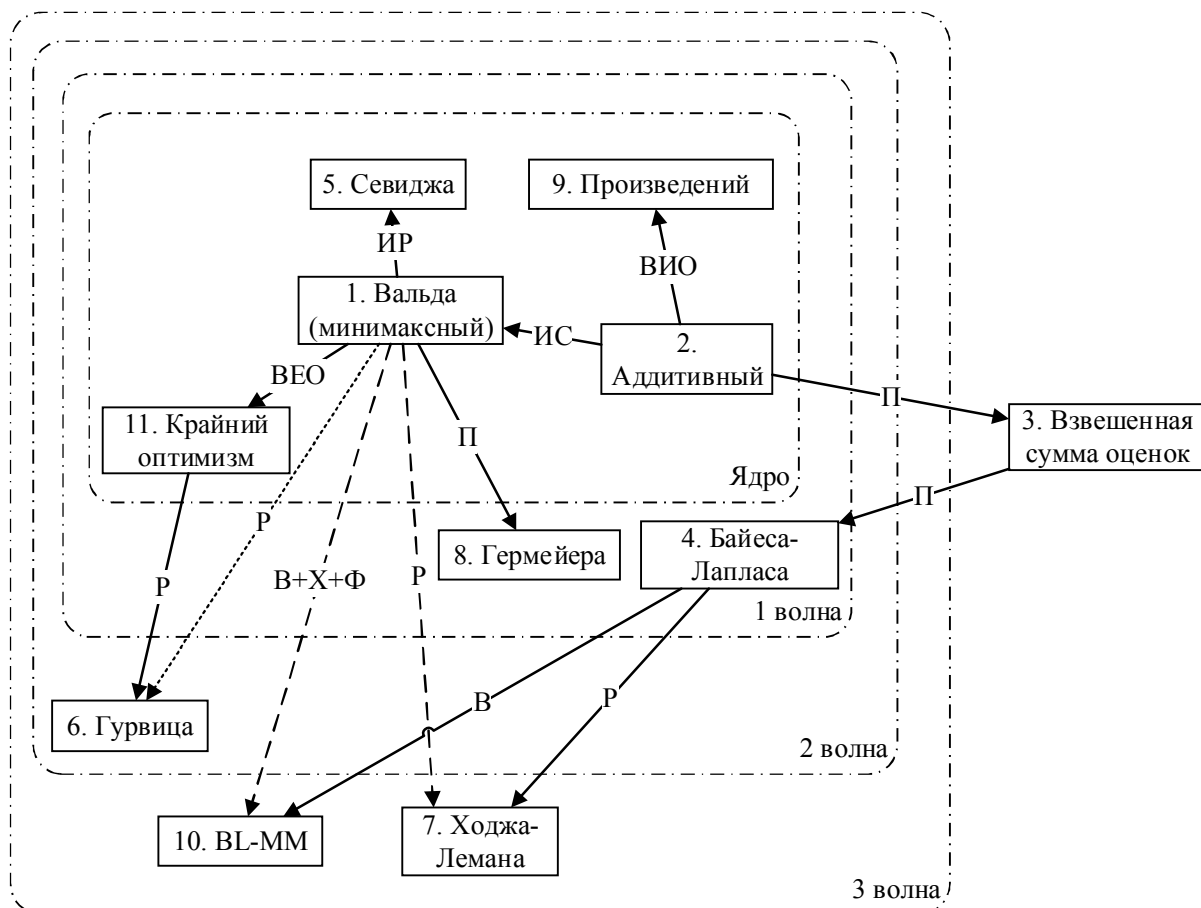


Рисунок 1. Граф возможной эволюции критериев принятия решений с использованием эвристических паттернов

Анализ программного кода позволил сформировать диаграммы информационных потоков между inline-представлениями, которые были использованы в процессе реализации критериев. Схема потоков данных для критерия Байеса-Лапласа, а также для других реализованных критериев приведены на Рисунках 2 – 8.

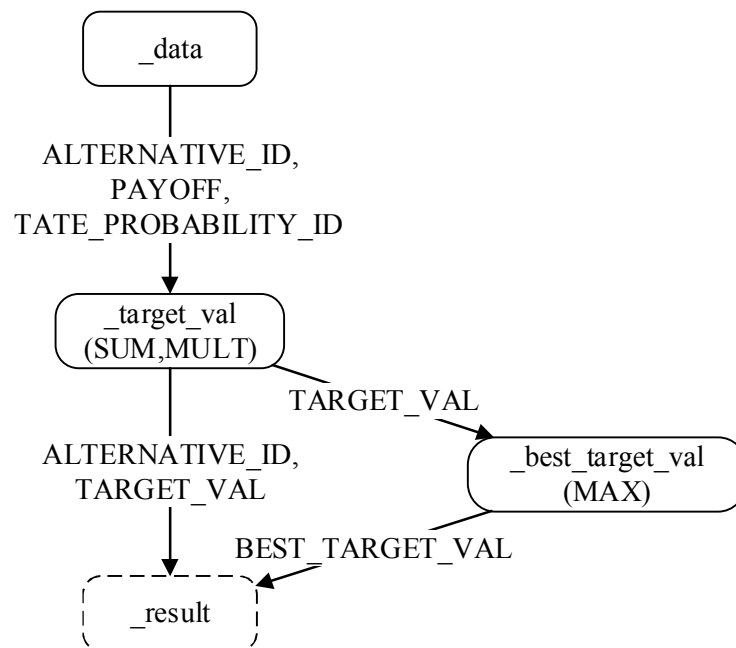


Рисунок 2. Схема потоков данных BL-критерия

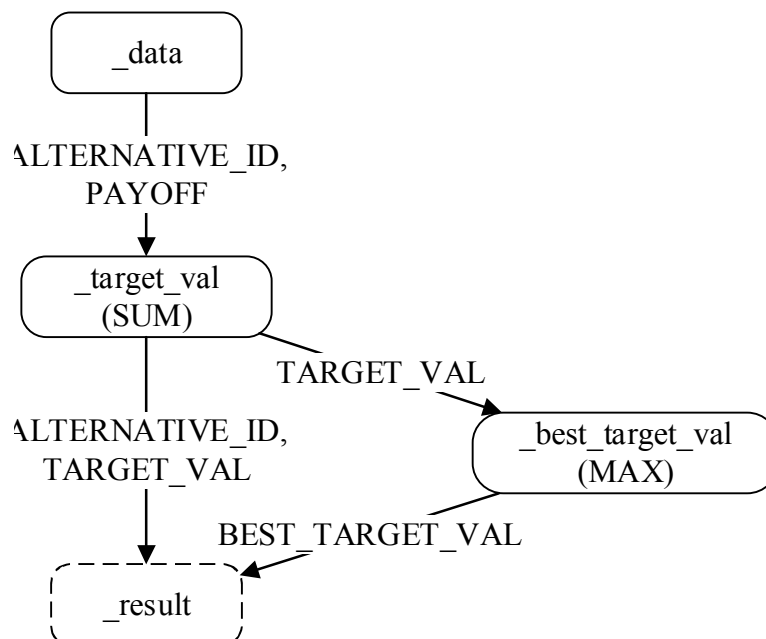


Рисунок 3. Схема потоков данных аддитивного критерия

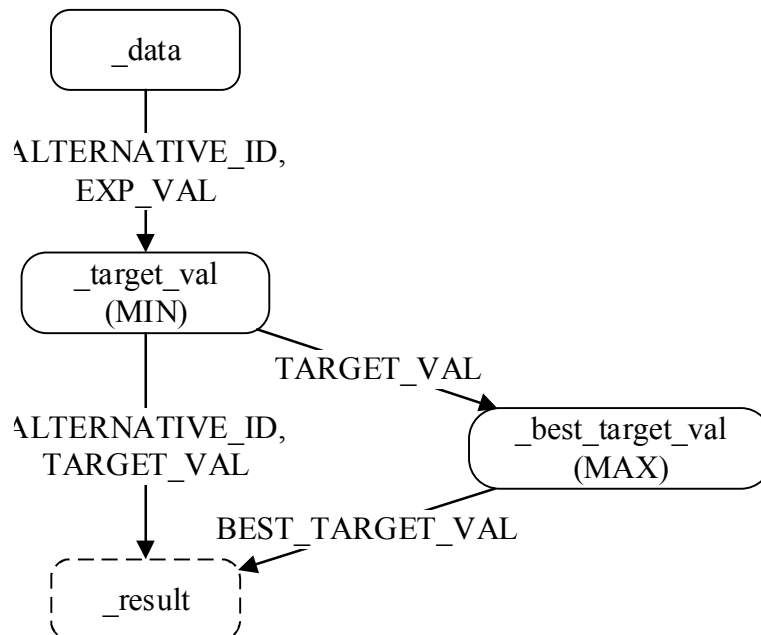


Рисунок 4. Схема потоков данных критерия Гермейера

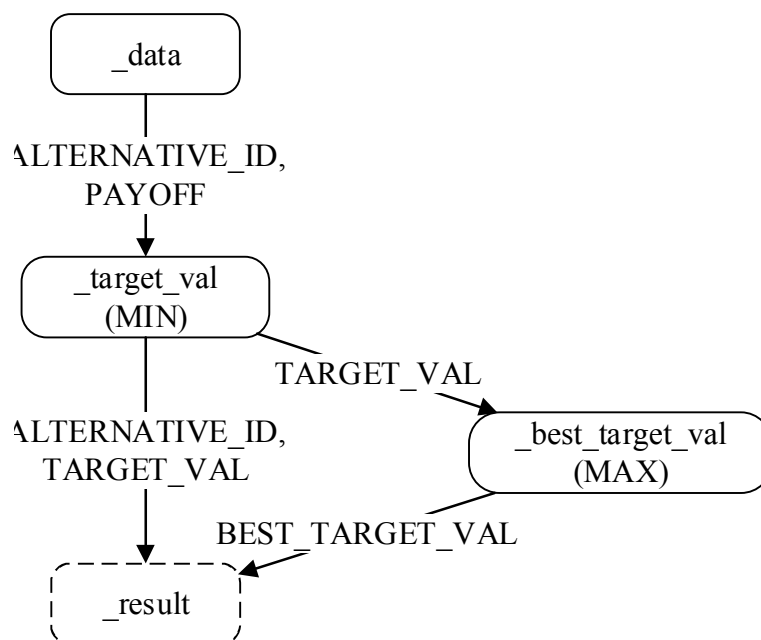


Рисунок 5. Схема потоков данных критерия Вальда

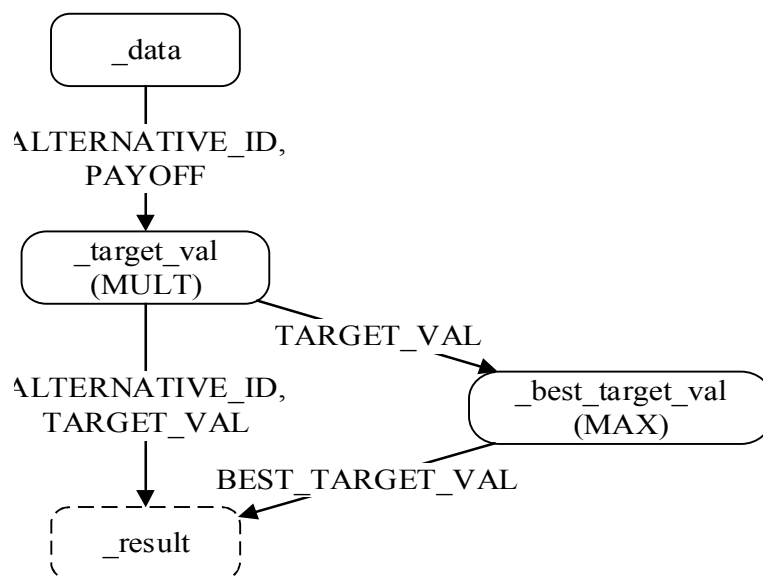


Рисунок 6. Схема потоков данных критерия произведений

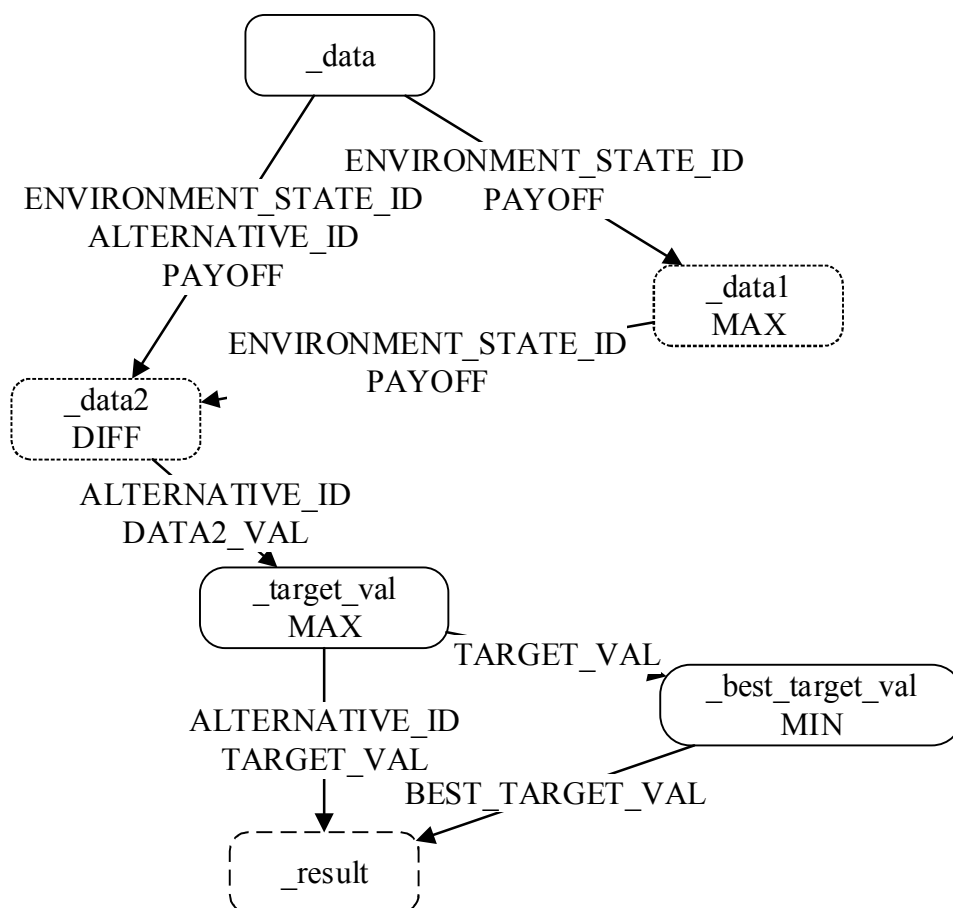
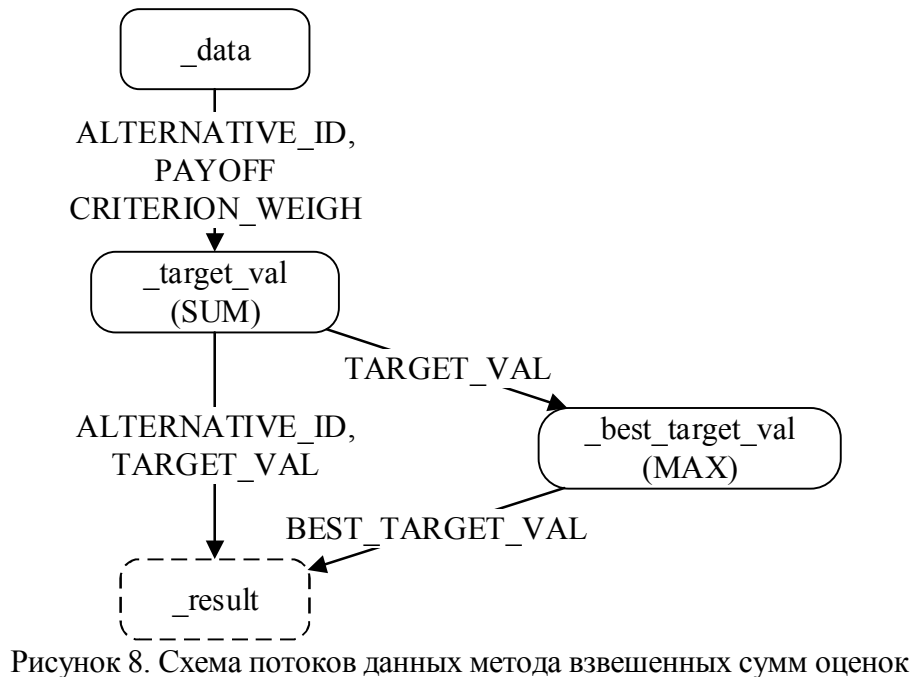


Рисунок 7. Схема потоков данных критерия Сэвиджа



Анализ схем потоков данных позволил получить графические интерпретации эвристических паттернов, которые приведены ниже.

Паттерн «регулятор» (Рисунок 9). $MM, MAX \xrightarrow{P} HW$, $MM, BL \xrightarrow{P} HL$. Необходимо наличие минимум двух целевых функций, определяемые в критерии HW критериями MM/MAX, а в критерии HL критериями MM/BL. Необходим регулирующий коэффициент – коэффициент пессимизма и коэффициент доверия заданному распределению вероятностей соответственно. Данный эвристический паттерн может быть использован для согласования целевых функций, отражающих различные подходы к оценке альтернатив.

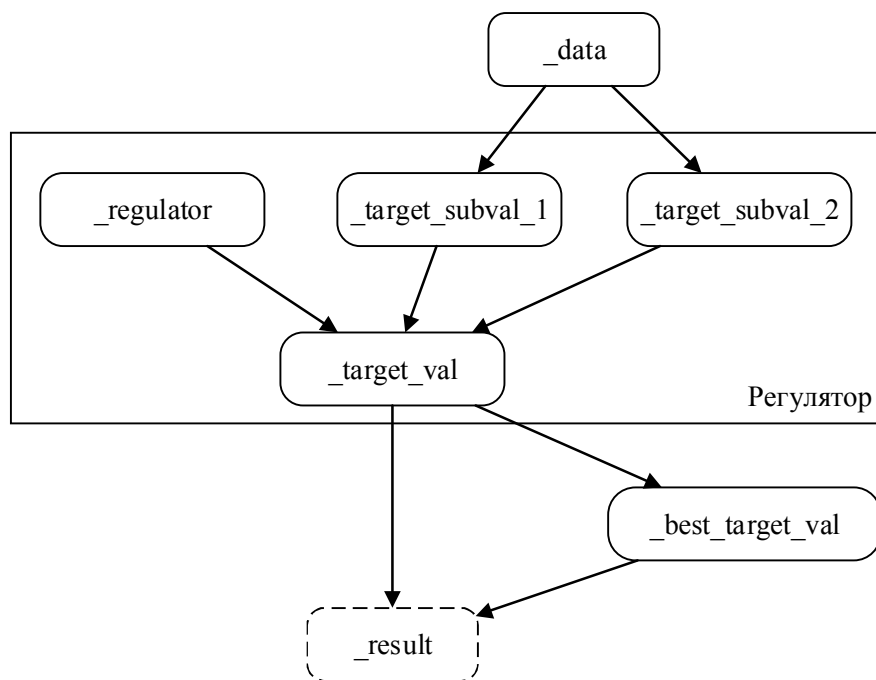


Рисунок 9. Графическая интерпретация паттерна «регулятор»

Паттерн «перенос» (Рисунок 10). $MM \xleftarrow{\Pi} G, A \xleftarrow{\Pi} BCO, BCO \xleftarrow{\Pi} BL$. При использовании паттерна «перенос» поведение метода остается неизменным в части использования мат. аппарата. Изменения касаются только этапа формирования исходных данных $_data$. Например, в ММ критерии используется выигрыш альтернативы, а в G-критерии – взвешенное значение выигрыша альтернативы.

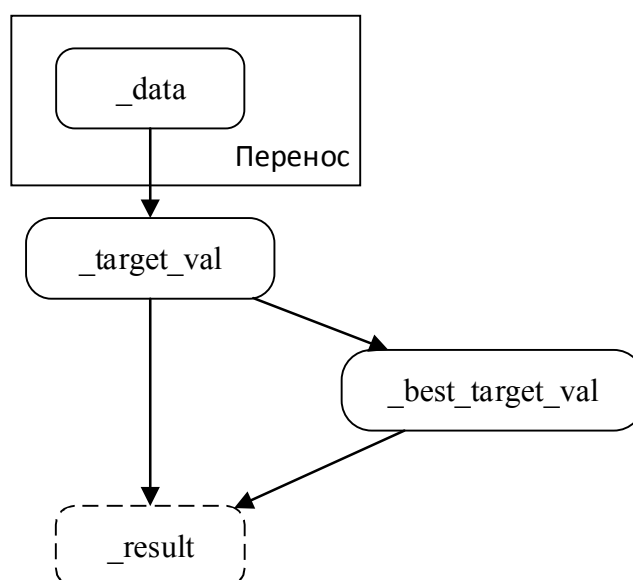


Рисунок 10. Графическая интерпретация паттерна «перенос»

Паттерн «инверсия способа формирования оценки альтернативы» (Рисунок 11). $MM \xleftarrow{IC} A$. При использовании паттерна «инверсия способа

формирования оценки альтернативы» изменяется механизм получения оценки – используется интегральная, как в аддитивном или мультипликативном критерии, или единичная, характеристическая оценка, как в критерии Вальда или в критерии азартного игрока.

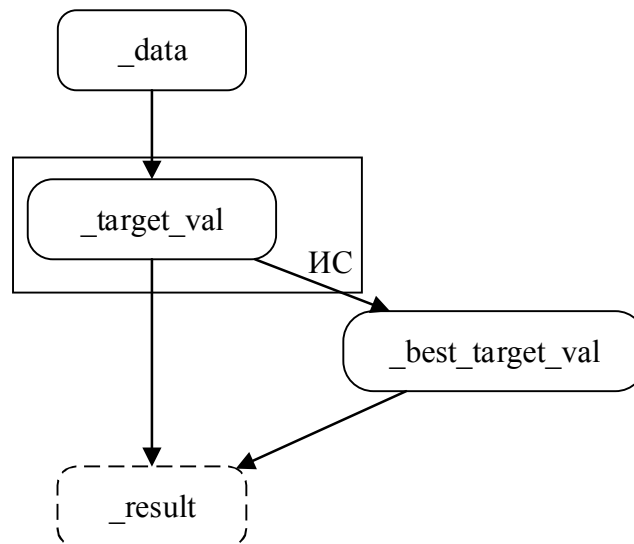


Рисунок 11. Графическая интерпретация паттерна «инверсия способа формирования оценки альтернативы»

Паттерн «инверсия результата» (Рисунок 12). $MM \xleftrightarrow{IP} S$. При использовании паттерна «инверсия результата» добавляются дополнительные этапы, определяющие точку инверсии ($_data1$, в S-критерии это максимальный выигрыш для состояния природы) и инвертированный набор данных ($_data$, в S-критерии это матрица потерь). Инвертируются также элементы целевой функций ($_target_val$, вместо минимального выигрыша альтернативы в MM-критерии используется максимальный убыток в S-критерии), а также условие отбора альтернативы (вместо выбора альтернативы с максимальным значением минимального выигрыша в MM-критерии, используется минимальное значение максимального убытка в S-критерии).

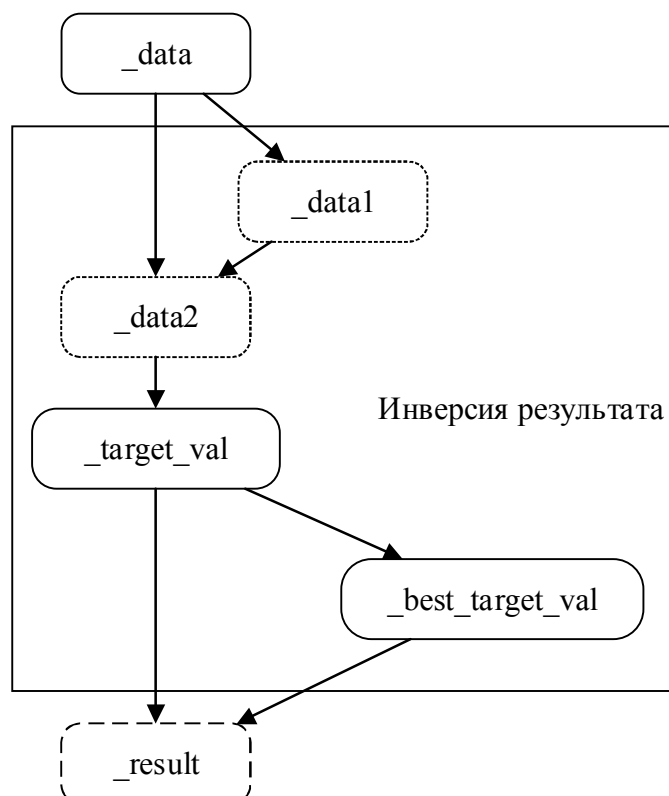


Рисунок 12. Графическая интерпретация паттерна «инверсия результата»

Паттерн «вариация единичной оценки» (Рисунок 13). $MM \xrightarrow{BEO} MAX$. При использовании паттерна «вариация единичной оценки» изменению подвергается способ получения характеристической оценки альтернативы (когда альтернативу характеризует единственная оценка из заранее заданного набора). Например, в ММ-критерии такой оценкой является минимальный выигрыш, в критерии азартного игрока – максимальный выигрыш.

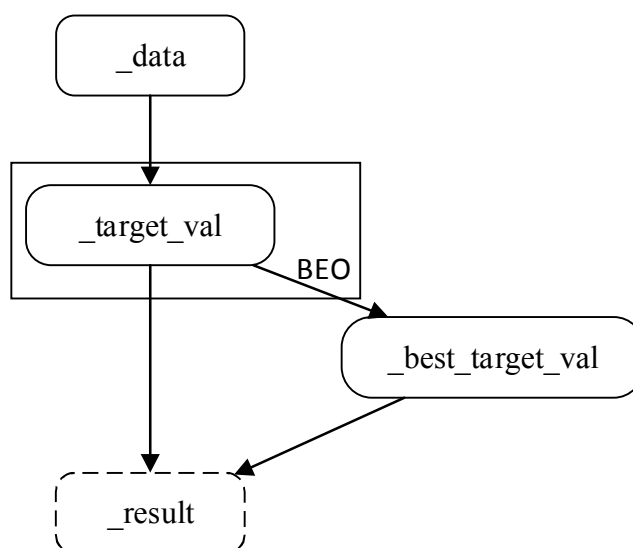


Рисунок 13. Графическая интерпретация паттерна «вариация единичной оценки».

Паттерн «вариация интегральной оценки» (Рисунок 14). $A \xleftarrow{BIO} M$. При использовании паттерна «вариация интегральной оценки» изменению подвергается способ получения интегральной оценки альтернативы `_target_val` (альтернативу характеризует все множество заданных для нее оценок). Например, в аддитивном критерии оценка получается путем суммирования выигрышей, в критерии произведений – путем перемножения оценок альтернативы.

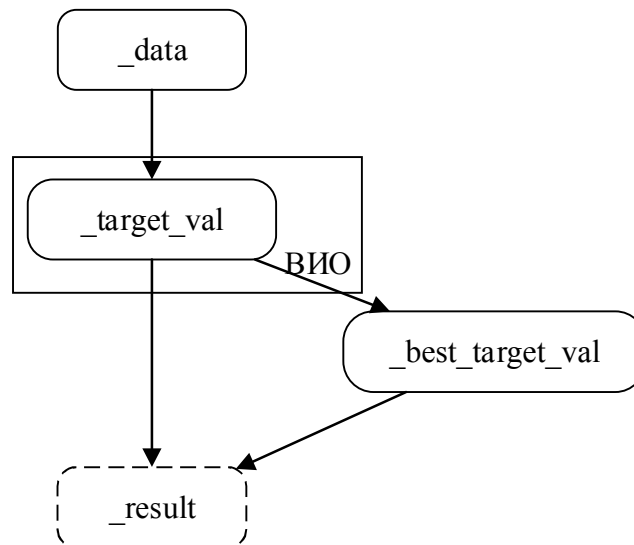


Рисунок 14. Графическая интерпретация паттерна «вариация интегральной оценки».

Паттерн «фильтр» (Рисунок 15). $BL, MM \xleftarrow{B+X+\Phi} BLMM$. В критерии использован паттерн «фильтр» для формирования множества I_1 при помощи задаваемого параметра «Уровень допустимого риска». Следует отметить, что принцип фильтрации используется всеми критериями на завершающем этапе принятия решений, когда множество значений целевых функций альтернатив сравниваются с некоторым оптимальным значением.

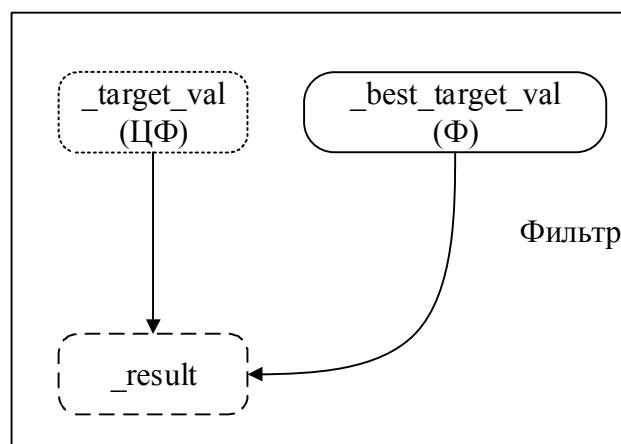


Рисунок 15. Графическая интерпретация паттерна «фильтр».

Паттерн «иерархия» (Рисунок 16). $BL, MM \xleftarrow{B+X+\Phi} BLMM$. Отличительной особенностью критерия BLMM является то, что итоговое решение формируется иерархически, начиная от вычисления ЦФ на нижних уровнях иерархии с учетом взаимного влияния (ЦФ1, ЦФ2 и ЦФ3), далее выполняется процедура согласования (формируется пересечение множеств I_1 и I_2), далее вычисляется целевая функция верхнего уровня иерархии (ЦФ4), что соответствует паттерну «иерархия».

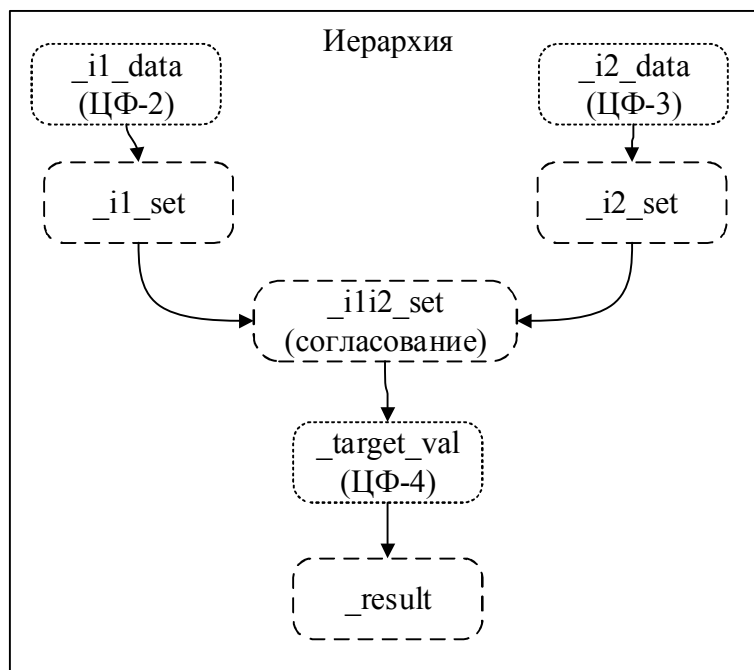


Рисунок 16. Графическая интерпретация паттерна «иерархия».

Паттерн «управление» (Рисунок 17). $BL, MM \xleftarrow{B+X+\Phi} BLMM$. В критерии был также использован паттерн «управление», заключающийся в том, что одна подсистема критерия оказывает влияние на другую подсистему в процессе принятия решения. В рассматриваемом примере ЦФ-2, основанная на ММ-критерии и уровне допустимого риска, ограничивает область допустимых значений, для которых вычисляется ЦФ-3.

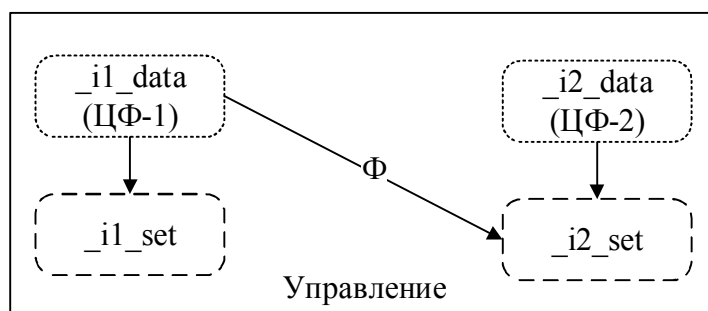


Рисунок 17. Графическая интерпретация паттерна «управление».

Анализ эвристических паттернов позволяет сделать выводы о направлениях развития критериев в данной предметной области. Критерии развиваются в направлении:

Горизонтального роста:

- за счет увеличения количество этапов принятия решений
- за счет повышения сложности этапов принятия решений (согласование инверсных/не-инверсных этапов при помощи регуляторов)

Вертикального роста за счет построения иерархической/сетевой структуры принятия решений

Внедрения прямых и обратных связей

Внедрения управляемых извне параметров системы (фильтры и регуляторы).

Полученные графические схемы эвристических паттернов могут быть использованы в автоматизированных системах поддержки синтеза, которые содержат подсистемы визуального формирования структуры методов поддержки принятия решений, что позволит повысить эффективность разработки методов принятия решений с использованием визуального подхода, как это реализуется в современных RAD-системах.

Перспективным является дальнейшее пополнение базы знаний эвристических паттернов за счет анализа методов принятия решений из других проблемных областей.

Библиографический список

1. Олейников Д.П., Бутенко Л.Н. О необходимости разработки новых методов принятия решений // Перспективы развития информационных технологий. 2015. № 23. С. 26–31.
2. Спиридонов В.Ф. Задачи, эвристики, инсайт и другие непонятные вещи // Логос. 2014. № 1 [97]. С. 97–108.
3. Мушик Э., Мюллер П. Методы принятия технических решений. М.: Мир, 1990. 208 с.
4. Олейников Д.П., Бутенко Л.Н. Использование системного подхода при анализе методов принятия решений // Конгресс по интеллектуальным системам и информационным технологиям IS-IT`14 (Дивноморское, 2-9 сент. 2014 г.): тр. конгресса. В 4 т. Т. 1. “Интеллектуальные системы`14 (AIS`14)”, “Интеллектуальные САПР – 2014 (CAD-2014)”: тр. конференций / Рос. ассоциация искусственного интеллекта, Южный федеральный ун-т. М., 2014. С. 168–176.
5. Олейников Д.П., Бутенко Л.Н. Морфологическое исследование количественных методов принятия решений в играх с природой // Системы управления и информационные технологии. 2013. Т. 52, № 2. С. 38–42.
6. Олейников Д.П., Бутенко Л.Н. Использование паттерна «инверсия способа формирования оценки альтернативы» для синтеза методов принятия решений // Современное состояние естественных и технических наук. 2015. № 18. С. 78–86.
7. Олейников Д.П., Бутенко Л.Н. Использование паттерна “инверсия результата” для синтеза методов принятия решений // Материалы III Международной научной конференции. Пермь: Зебра, 2015. С. 33–37.

8. Олейников Д.П., Бутенко Л.Н. Использование паттерна «регулятор» при синтезе методов принятия решений // Информационные технологии в науке, образовании и управлении. Гурзуф: Общество с ограниченной ответственностью “Институт новых информационных технологий” (Москва), 2015. С. 127–132.

9. Олейников Д.П., Бутенко Л.Н. Результаты анализа критериев теории игр с природой в целях выявления эвристических паттернов // Инновации на основе информационных и коммуникационных технологий. Инфо 2014: XI междунар. науч.-практ. конф. (г. Сочи, 1-10 окт. 2014 г.). М.: Национальный исследовательский ун-т “Высшая школа экономики,” 2014. С. 583–585.

10. Олейников Д.П., Бутенко Л.Н. Использование эвристических паттернов для синтеза критериев принятия решений теории игр с природой // Техника и технология: новые перспективы развития. 2015. № XVI. С. 76–81.

11. Олейников Д.П., Бутенко Л.Н. Формирование банка эвристических паттернов // Перспективы развития информационных технологий. 2015. № 23. С. 32–35.

~ D.P. Oleynikov, L.N. Butenko

~ **Graphical representation of heuristic patterns of decision-making criteria in game theory with nature**

~ **Abstract.** The paper describes the implementation of the decision-making criteria of game with nature theory by T-SQL language. Graphical representations of patterns based on a comparison of criteria implementation with the known heuristic patterns were generated.

~ **Keywords:** system synthesis, decision-making theory, heuristic pattern.

УДК 004.89

Д.А. Ромащенко, С.А. Олейникова

Воронежский государственный технический университет, Воронеж,
Россия

ОБ ОДНОМ ПОДХОДЕ К ОПТИМИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ГРУЗОПЕРЕВОЗОК

Аннотация. В статье рассматривается задача оптимизации грузоперевозок с точки зрения минимизации затрат. Исследуются возможные подходы к ее решению, обосновывается целесообразность использования мультиагентного подхода.

Ключевые слова: грузоперевозки, минимизация затрат, мультиагентный подход

Актуальность

Современный этап развития общества характеризуется интенсивным ростом человеческих потребностей, что приводит к увеличению объемов производств. Все это требует соответствующего уровня организации

перевозок продукции. На сегодняшний день используются автомобильный, железнодорожный, водный и воздушный виды транспорта, но автомобильные грузовые перевозки превосходят по востребованности другие виды. Это связано с мобильностью автомобилей, наличием развитой дорожной инфраструктуры, что позволяет доставлять груз непосредственно от продавца до заказчика. В связи с этим возникает необходимость планирования маршрутов движения транспортных средств, и, как следствие, решения транспортных задач, а также задач о рациональном использовании грузоподъемности транспортных средств.

В процессе организации грузоперевозок возникают такие проблемы как: оптимальное построение маршрутов перевозки грузов; сведение к минимуму затрат на перевозки и недогруза транспортного средства. В связи с тем, что заказы могут поступать в систему в то время, когда транспортные средства уже движутся по составленному ранее маршруту, их нужно обрабатывать в режиме «on-line». При этом нужно обеспечить минимальные издержки при эксплуатации транспортных средств.

Постановка задачи

Исследуемую задачу можно сформулировать следующим образом. Пусть имеется n узлов, каждый из которых характеризуется своими географическими координатами (x_i, y_i) , $i = 1, \dots, n$. Узлы могут быть соединены между собой «дорогами». Эти условия позволяют рассматривать систему узлов и дорог как граф, вершинам которого соответствуют узлы, а ребрам – дороги.

Каждый узел может являться как источником заявок (заказов), так и местом их доставки (или и то и другое одновременно для разных заказов). Пусть в системе имеется m транспортных средств, каждое из которых характеризуется:

- грузоподъемностью c_j , $j = 1, \dots, m$;
- месторасположением в данный момент времени (x_j, y_j) ;
- объемом груза, который средство перевозит в данный момент времени l_j , $0 \leq l_j \leq c_j$;
- текущим маршрутом движения (т.е. последовательностью координат узлов (x_i, y_i) , которые данное средство будет проходить, доставляя имеющийся груз или забирая уже запланированный ранее заказ).

В некоторые моменты времени в систему поступают заказы, причем предполагается, что в данный момент времени может поступить несколько заказов.

Каждый заказ характеризуется:

- объемом груза v_k ;
- прибылью, которую система получит от перевозки груза p_k ;
- географическими координатами источника заказа (x_{k1}, y_{k1}) ;
- географическими координатами назначения заказа (x_{k2}, y_{k2}) .

Необходимо определить совокупность транспортных средств, которые будут осуществлять перевозку всех поступивших в данный момент заказов с учетом их текущего местоположения и загрузки, а также поставить в соответствие каждому транспортному средству:

- объем перевозимого груза;
- «идентификатор» перевозимого груза.

Выделим особенности рассматриваемой задачи. В первую очередь, необходимо отметить, что задача решается «в динамике». Это означает, что решение необходимо получить с учетом текущего маршрута движения транспортных средств, их загруженности и текущего местоположения. В частности, возможны случаи, когда при одних и тех же исходных данных (источнике заказа и месте его назначения, географических координатах всех машин и одной и той же их загрузке) задача будет иметь два разных решения в зависимости от того, по какому маршруту в том или ином случае будут следовать машины.

Другой особенностью задачи является необходимость учета ограничения на грузоподъемность транспортного средства. Также необходимо учесть направление маршрута нового заказа и соотнести его с текущим маршрутом транспорта.

Кроме всех вышеперечисленных особенностей задачи, следует отметить необходимость ее оперативного решения, поскольку при существенном времени, затраченном на поиск оптимального варианта грузоперевозок, ситуация с текущим местоположением транспортных средств может измениться настолько, что применить найденное решение уже не будет представляться возможным. В частности, транспортное средство, которое, согласно решению задачи, должно забрать груз, может в процессе долгого решения уже проехать необходимый пункт с заказом и выехать, например, на одностороннюю дорогу, что сделает нецелесообразным его использование для перевозки заказа и потребует поиска других решений с учетом изменившейся ситуации. Таким образом, одним из требований, предъявляемых к методам решения задачи, будет являться требование сокращения времени, затраченного на поиск решения (даже в ущерб возможности определения самого наилучшего результата).

Анализ возможных подходов к решению задачи

Оптимальное построение маршрутов – это так называемый класс транспортных задач, которые решаются аналитически или с помощью теории графов. К настоящему моменту уже существуют различные методы решения отдельных задач в данной области. Известны методы решения классической транспортной задачи. Ее можно сформулировать следующим образом []. Имеется m поставщиков и n потребителей некоторого товара. У каждого поставщика есть a_i , $i = 1, \dots, m$ единиц товара. У каждого потребителя существует потребность в b_j , $j = 1, \dots, n$ единицах товара.

Стоимость перевозки единицы товара от i -го поставщика j -му потребителю равна c_{ij} единиц. Требуется определить x_{ij} - сколько единиц товара нужно перевезти от каждого поставщика каждому потребителю, чтобы удовлетворить потребности с минимальными затратами [1].

Нетрудно заметить ряд отличий исследуемой задачи – от классической транспортной:

- заранее неизвестно количество заказов (поставщиков и потребителей);
- нет четкого разделения пунктов на поставщиков и потребителей;
- одни транспортные средства могут передавать груз другим транспортным средствам;
- в момент поступления заказа транспортные средства уже могут находиться в пути, иметь маршрут и заказы.

В частности, при поиске оптимальных маршрутов применяется решение задачи коммивояжера, которое заключается в нахождении выгодного маршрута, проходящего через указанные города [2]. При решении транспортной задачи с помощью теории графов используют алгоритм Форда – Фалкерсона, для нахождения максимального потока, и алгоритм Беллмана – Форда, для поиска самого дешевого пути [3].

Однако существующие подходы охватывают не все специфики, возникающие при решении современных транспортных задач.

В частности, данные методы ищут решение соответствующее одному из критериев: минимальный критерий стоимости (расстояний), минимальный критерий времени. При решении с помощью теории графов рассматривается только двудольный граф. Так же они не учитывают возможность перевозки сборного груза. Кроме того, указанные выше методы не предназначены для решения задачи в динамике, что является отличительной особенностью современных потребностей при организации грузоперевозок.

Для устранения этих недостатков необходима разработка новых алгоритмов, которые позволили бы строить оптимальные графики движения, учитывать текущее местонахождение транспортных средств, их маршруты и загруженность при появлении нового заказа и рациональнее использовать грузовую вместимость транспортного средства.

Особенности мультиагентного подхода

Чтобы найти новый оптимальный план перевозок, необходимо выбрать транспортное средство, которое в данный момент будет наиболее рациональным для использования, и скорректировать его маршрут. Для этого необходимо осуществить перебор по всем транспортным средствам, и для каждого ТС определить стоит ли его использовать для данного заказа. А можно распараллелить процесс нахождения критерия оптимальности заказа для каждого ТС, реализовать аппарат принятия решения для них и

организовать взаимодействие [4,5,6]. Для этих целей можно использовать многоагентную или мультиагентную систему (МАС).

МАС представляет собой множество взаимодействующих интеллектуальных единиц (агентов), каждый из которых выполняет определенные функции, направленные на достижение своих целей, а совместное поведение таких агентов должно обеспечить достижение оптимального состояния для всей системы. В данном случае задачу обеспечения оптимизации грузоперевозок можно «поручить» совокупности интеллектуальных агентов, каждый из которых будет отвечать за оптимизацию использования отдельного транспортного средства и выбора для себя таких заказов, которые обеспечат минимальное увеличение существующего маршрута (по сравнению с другими агентами) и, как следствие, минимизацию затрат на грузоперевозки.

Для обоснования возможности использования данного подхода, рассмотрим свойства агентов и проанализируем степень их соответствия разрабатываемому программному обеспечению.

Агент – это программно или аппаратно реализованная система, обладающая следующими свойствами [7]:

- автономность – способность функционировать без прямого вмешательства людей или компьютерных средств и при этом осуществлять самоконтроль над своими действиями и внутренними состояниями. В случае поставленной задачи агенты могут самостоятельно определять длину пути с учетом нового заказа, и степень увеличения этой величины как главного показателя минимизации пройденного расстояния всеми ТС, а также точки изменения своего маршрута при необходимости выполнения заказа данным ТС;

- общественное поведение (socialability), т.е. способность взаимодействия с другими агентами (а возможно, людьми), обмениваясь сообщениями с помощью языков коммуникации. В соответствии этому свойству ТС могут обмениваться сообщениями с диспетчером и агентами, отвечающими за оптимизацию движения других ТС, для принятия или доставки заказа, обмена грузом с другими ТС, уведомления о поломке или о других непредвиденных ситуациях;

- реактивность – способность воспринимать состояние среды (физического мира, пользователя – через пользовательский интерфейс, совокупности других агентов, сети Internet, или сразу все этих компонентов внешней среды). ТС могут получать сообщения от диспетчера о поступлении новых заказов, об изменении ситуации на дороге;

- целенаправленная активность (pro-activity) – способность агентов не просто реагировать на стимулы, поступающие из среды, но и осуществлять целенаправленное поведение, проявляя инициативу. Получая от диспетчера информацию о новом заказе, агент будет анализировать целесообразность

использования своего ТС для его выполнения, и, в случае необходимости, уведомить других агентов о принятии данного заказа, об изменении маршрута, появлении свободного места для погрузки и т.д.

Любая МАС состоит из следующих основных компонентов [4]:

- множество организационных единиц, в котором выделяются подмножество агентов, манипулирующих подмножеством объектов. В рамках поставленной задачи это диспетчер и агенты, каждый из которых отвечает за определенное ТС (которое и является объектом, которым манипулирует агент);

- множество задач. Это заказы, которые необходимо выполнить;

- среда, т.е. некоторое пространство, в котором существуют агенты и объекты. В поставленной задаче это дорожный граф;

- множество отношений между агентами. В данной задаче агенты осуществляют тесное взаимодействие для определения целесообразности принятия заказа своему ТС.

- множество действий агентов (например, операций над объектами). В данном случае агенты выполняют действия, направленные на определение нового маршрута с учетом поступившего заказа, расчета величины нового маршрута и т.д.

В МАС задачи распределены между агентами, каждый из которых рассматривается как член группы или организации. Распределение задач предполагает назначение ролей каждому из членов группы, определение меры его ответственности и требований к опыту. Поскольку в исследуемой задаче агент отвечает за определенное ТС, он, при поступлении нового заказа, должен выполнить следующие основные задачи:

- определить точку своего маршрута, из которой можно забрать заказ;

- определить точку своего маршрута, в которую необходимо следовать дальше (вместе с новым заказом);

- определить точку маршрута, после которой нужно следовать в точку выгрузки нового заказа;

- определить точку маршрута, в которую будет направлено ТС после выгрузки заказа;

- определить величину изменения маршрута с учетом данного заказа и уведомить об этой величине других агентов;

- принять решения (на основе данных, поступивших от других агентов) о целесообразности принятия данного заказа ТС и уведомить об этом остальных агентов.

Таким образом, использование мультиагентного подхода для решения задачи выбора транспортных средств для поступающих заказов будет наиболее рациональным подходом, поскольку позволит не только получить оптимальное решение задачи, но и существенно сократить время, затрачиваемое на решение.

Следующим этапом является разработка структуры агентов, а также алгоритмов, реализующих их основные функции.

Выводы

Целью данной работы являлся выбор наилучшего подхода к решению задачи оптимизации грузоперевозок с точки зрения минимизации затрат. В результате были решены следующие задачи.

Приведена постановка задачи оптимизации процесса грузоперевозок и проанализированы ее особенности.

Проведен анализ возможных подходов к ее решению.

Обоснован выбор мультиагентного подхода.

Библиографический список

1. Линейное программирование [Текст] : учеб. пособие. / И. А. Палий. – М.: Эксмо, 2008. – 256 с.
2. Майника Э. Алгоритмы оптимизации на сетях и графах [Текст] : пер. с англ. / Э. Майнека. – М.: Мир, 1981. – 323с.
3. Андерсон Д. А. Дискретная математика и комбинаторика [Текст] : пер. с англ. / Д. А. Андерсон. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2004. – 960с.
4. Лопатин Р.С. Математическое обеспечение для распределенной системы планирования работ [Текст] / Р.С. Лопатин, С.А. Олейникова // Вестник Воронежского государственного технического университета, 2011. № 10. – с. 33-36.
5. Лопатин Р.С. Разработка структуры распределенной системы для одной задачи планирования работ [Текст]/ Р.С. Лопатин, С.А. Олейникова // Системы управления и информационные технологии. № 3.1 (45). Москва- Воронеж, «Научная книга», 2011. – с. 173-176.
6. Lopatin R.S. Complex systems scheduling on the multi-agent approach basis/ R.S. Lopatin, S.A. Oleinikova. Monograph. – Yelm, WA, USA: 2013. – 110 p.
7. Тарасов В.Б. От многоагентных систем к интеллектуальным агентам: философия, психология, информатика [Текст] / В.Б. Тарасов. - М.: Едиториал УРСС, 2002. – 352 с.
8. Kravets O.Ya., Oleinikova S.A. Multiagent technology for the application of a distributing function for load balancing in multiserver systems// Automation and Remote Control. 2014. Volume 75, Issue 5, pp 977-982.

~ D.A.Romaschenko, S.A. Oleinikova

About one approach to optimizing the process of cargo transportation

Abstract. In the article the problem of optimizing the cargo transportation in terms of minimizing costs is discussed. The possible approaches of its solution are investigated; the expediency of using multi-agent approach is substantiated.

Keywords: cargo transportation, minimizing costs, multi-agent approach

УДК 004.94

С.А. Олейникова

Воронежский государственный технический университет, Воронеж,
Россия

СТРУКТУРА ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ ОДНОЙ СИСТЕМЫ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Аннотация. В статье рассматривается задача разработки программного обеспечения для реализации системы моделирования, предназначенной для имитации процесса выполнения сложных проектов. В результате предложена структура разрабатываемой системы.

Ключевые слова: система имитационного моделирования, комплекс программ, управление проектами

Актуальность

Одной из особенностей задач управления проектами со случайной длительностью выполнения работ является возможность отклонения фактической длительности проекта от расчетной. Это может привести к различного рода неблагоприятным последствиям. В силу этого необходимо наличие средств, позволяющих оценить риски, связанные с несвоевременным завершением работ.

Одним из вариантов решения данной проблемы является использование системы имитационного моделирования, позволяющей по входным данным получить статистику о поведении случайной величины, описывающей время выполнения проекта. Анализ существующих систем имитационного моделирования показал необходимость разработки собственной системы, ориентированной на моделирование проектов, представляющих собой совокупность взаимно-зависимых работ со случайной длительностью выполнения [1-3].

Постановка задачи

Рассматривается задача проектирования системы, предназначенной для моделирования процесса выполнения проектов со случайной длительностью отдельных работ. В качестве входных данных пользователь должен иметь возможность задать проект (с точностью до параметров отдельных работ). Необходимо также обеспечить задание объема ресурсов, которыми располагает моделируемая система, и числа количества прогонов модели. После этого должен начинаться процесс моделирования, в результате

которого система должна собрать статистическую информацию о длительности проекта и представить ее в наиболее удобном для пользователя виде (гистограммы, выборочные характеристики и т.д.).

В [4], исходя из целей и требований, предъявляемых к системе, были сформулированы основные принципы ее построения:

- возможность задать проект наиболее удобным для пользователя способом и представить его в удобном виде (в данном случае, это будет графический способ);
- возможность задания взаимной зависимости работ путем их перемещения по графическому полю;
- отсутствие встроенного специализированного языка как излишнего для функционирования модели механизма и, как следствие, формирование последовательности действий самостоятельно в соответствии с заданным пользователем графом проекта;
- возможность импорта данных из базы данных и экспорта полученной выборки в Excel;
- предоставление пользователю расширенную основу для проведения экспериментов, связанных с исследованием числовых характеристик проекта, закона распределения его длительности и т.д.

Разработаем структуру системы имитационного моделирования, исходя из специфики задачи и требований, предъявляемых к ней.

Структура разработанной системы

Для проектирования структуры разрабатываемого программного средства необходимо рассмотреть специфику работы с ним с точки зрения конечного пользователя [4]. В [5] были представлены диаграммы use-case для создаваемого приложения. В частности, диаграмма верхнего уровня имеет следующий вид (рис.1) [5]:

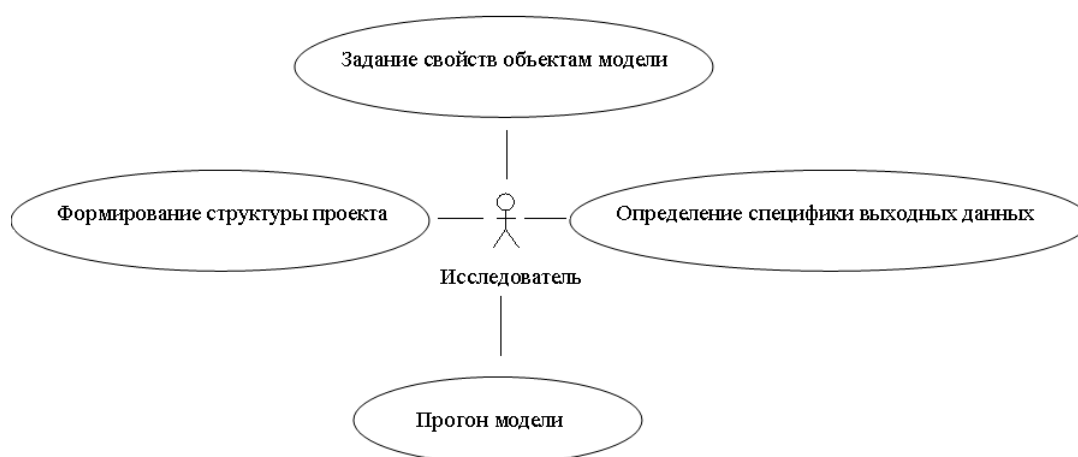


Рисунок 1 – Диаграмма Use-Case верхнего уровня

Проанализируем представленную диаграмму с точки зрения проектирования структуры приложения. В частности, одним из ключевых действий, которые должна выполнить система, является прогон модели. Он

должен обеспечить возможность многократного выполнения всех входящих в проект работ и собрать требуемую статистику для дальнейшей обработки и представлении в наиболее удобном для пользователя виде. Исходя из этого, выделим подсистему «Прогон модели». В [5] было отмечено, что в качестве метода моделирования будет использоваться метод особых состояний. Его суть заключается в том, что программа должна выполнять какие-либо действия лишь в тот момент, когда изменится состояние системы [6-9]. Следовательно, подсистема прогона модели должна содержать следующие подпрограммы:

- подпрограмму, обеспечивающую общий прогон;
- множество подпрограмм, каждая из которых является реакцией на определенное событие, меняющее состояние системы;
- вспомогательные подпрограммы.

Исходными данными для подсистемы прогона являются сведения обо всех работах проекта с учетом всех параметров и зависимостей этих работ.

На выходе получим выборку, каждый элемент которой представляет собой длительность проекта при заданном прогоне.

Прогон осуществляется в соответствии со спецификой решаемой задачи. Эта специфика отражена в математических зависимостях, составляющих логику модели. Более подробно математическая модель описана в [10]. Совокупность подпрограмм, реализующих математические зависимости задач управления проектами, составят основу подсистемы «Математическая модель». Кроме того, подсистема будет содержать подпрограмму, позволяющие генерировать бета-величины, поскольку именно данный закон предполагается в качестве закона, описывающего длительности отдельных работ [10].

Одним из принципов, лежащих в основе построения системы, является требование обеспечить наиболее удобный ввод с точки зрения пользователя. Как было отмечено, в данном случае это будет графический способ. Следовательно, необходимо реализовать следующие подсистемы:

- подсистема взаимодействия с пользователем;
- подсистема работы с графикой;
- подсистема обработки данных.

Подсистема взаимодействия с пользователем должна обеспечить максимально удобный интерфейс при работе с приложением. В частности, поскольку проект задается работами, каждая из которых имеет целый ряд характеристик, то подсистема взаимодействия с пользователем должна выполнять следующие задачи:

- организовать управление функционирования подсистемы работы с графикой;

- содержать комплекс мер, позволяющих реагировать на любые действия пользователя (например, при добавлении работы добавить ее в дерево объектов и отобразить в инспекторе объектов все ее свойства и т.д.).

Данное управление и реакции на действия пользователя будут сосредоточены во множестве подпрограмм, которые будут вызываться из трех основных подпрограмм данной системы:

- нажатие пользователем клавиши мыши;
- перемещение мыши;
- отпускание клавиши мыши.

Основное назначение подсистемы работы с графикой является прорисовка текущего графа проекта. С помощью подсистемы взаимодействия с пользователем данная подсистема должна реагировать на любые манипуляции с рабочей поверхностью приложения (холстом) и обеспечивать возможность перерисовки графа в режиме on-line при перемещении клавиши мыши и т.д.

Основными подпрограммами подсистемы являются:

- подпрограмма прорисовки состояний графа (его узлов);
- подпрограмма прорисовки работ графа (его ребер).

Еще одной подсистемой, находящейся в тесном контакте с описанными выше двумя подсистемами является подсистема обработки данных. Любая работа проекта является сложным объектом, имеющим целый набор характеристик и находящимся в сложных связях с другими объектами. Цель подсистемы обработки данных является закрепление всех необходимых зависимостей в структуре данных приложения. В частности, работ могут добавляться, удаляться; могут назначаться зависимости путем соединения двух событий. Все это должно иметь отражение в структуре данных. Подсистема будет содержать подпрограммы, вносящие изменения в структуры данных при любых манипуляциях пользователя. В связи с этим, на вход системы поступают данные из подсистем взаимодействия с пользователем и работы с графикой. На выходе получаем изменения в структуре данных системы.

После прогона модели необходимо обеспечить обработку статистических данных и вывод их в наиболее удобном для пользователя виде. В частности, пользователя может интересовать следующая информация о случайной величине, описывающей длительность проекта:

- гистограмма;
- выборочные характеристики (выборочное среднее, дисперсия, асимметрия, эксцесс и т.д.);
- проверка гипотез о законе распределения (в данном случае будет проверяться гипотеза о возможной аппроксимации нормальным и бета-распределением; критерия проверки о распределении по гипотетическому закону - χ^2 -Пирсона).

Таким образом, подсистема будет содержать множество подпрограмм, реализующих указанные выше функции. Входными данными для подсистемы будет являться выборка, полученная в результате прогона. На выходе – интересующие пользователя сведения, которые с помощью подсистемы взаимодействия будут представлены в наиболее удобном виде.

Поскольку одним из требований, выдвигаемых для разрабатываемой системы, является возможность экспорта и импорта данных в БД, необходимо наличие подсистемы работы с базой данных. Подсистема будет содержать подпрограммы, которые реализуют SQL-запросы, позволяющие извлечь из базы всю необходимую информацию, а также загрузить данные в базу.

Кроме того, необходима подсистема, обеспечивающая возможность настройки параметров модели и вывода результатов. Она позволяет задать число прогонов модели, определить, какая статистическая информация должна быть собрана на выходе и т.д. Также данная подсистема позволяет задать необходимые параметры моделируемой системы (количество типов ресурсов; объем ресурсов по каждому количеству и т.д.).

Таким образом, система имитационного моделирования будет включать подсистемы, цели и основные действия которых представлены в табл.1.

Таблица 1 – Краткая характеристика подсистем системы имитационного моделирования

№ п/п	Наименование	Цель и основное назначение подсистемы	Основные подпрограммы подсистемы
1	Подсистема прогона модели	Реализация прогона модели заданное число раз	общий прогон модели реакция на каждое из событий, меняющее состояние системы
2	Математическая модель	Определение основных зависимостей между параметрами модели	1) зависимости между параметрами модели 2) генерация случайных чисел, распределенных по закону бета
3	Подсистема взаимодействия с пользователем	Обеспечение максимально удобного интерфейса при работе с приложением	нажатие клавиши мыши перемещение клавиши мыши отпускание клавиши мыши импорт данных в Excel представление результатов прогона модели представление данных из БД
4	Подсистема работы с графикой	Реакция на любые манипуляции с холстом и обеспечение возможности перерисовки графа в режиме on-line	прорисовка состояний графа (его узлов); прорисовка работ графа (его ребер)
5	Подсистема обработки данных	Закрепление всех необходимых	добавление работы добавление события

		зависимостей в структуре данных приложения	удаление работы соединение событий
6	Подсистема формирования статистических результатов	Обработка статистических данных с целью представления их в удобном для пользователя виде	определение выборочных характеристик построение гистограммы проверка гипотезы о законе распределения зависимости, определяющие функцию распределения нормального закона и закона бета
7	Подсистема настройки параметров модели	Обеспечение возможности настройки параметров модели	задание параметров моделируемого проекта определение специфики выходной информации
8	Подсистема работы с базой данных	Обеспечение возможности импорта данных из БД и экспорта результатов в нее	подпрограммы, которые реализуют SQL-запросы, позволяющие извлечь из базы всю необходимую информацию, а также загрузить данные в базу.

Исходя из анализа потребностей в тех или иных подсистемах, а также взаимодействия данных подсистем, приведем структуру системы имитационного моделирования в общем виде (рис.2).

Как можно видеть из данного рисунка для функционирования системы необходимо ее взаимодействие с системой планирования. Данная система позволит определить порядок выполнения работ при ограничении на ресурсы.

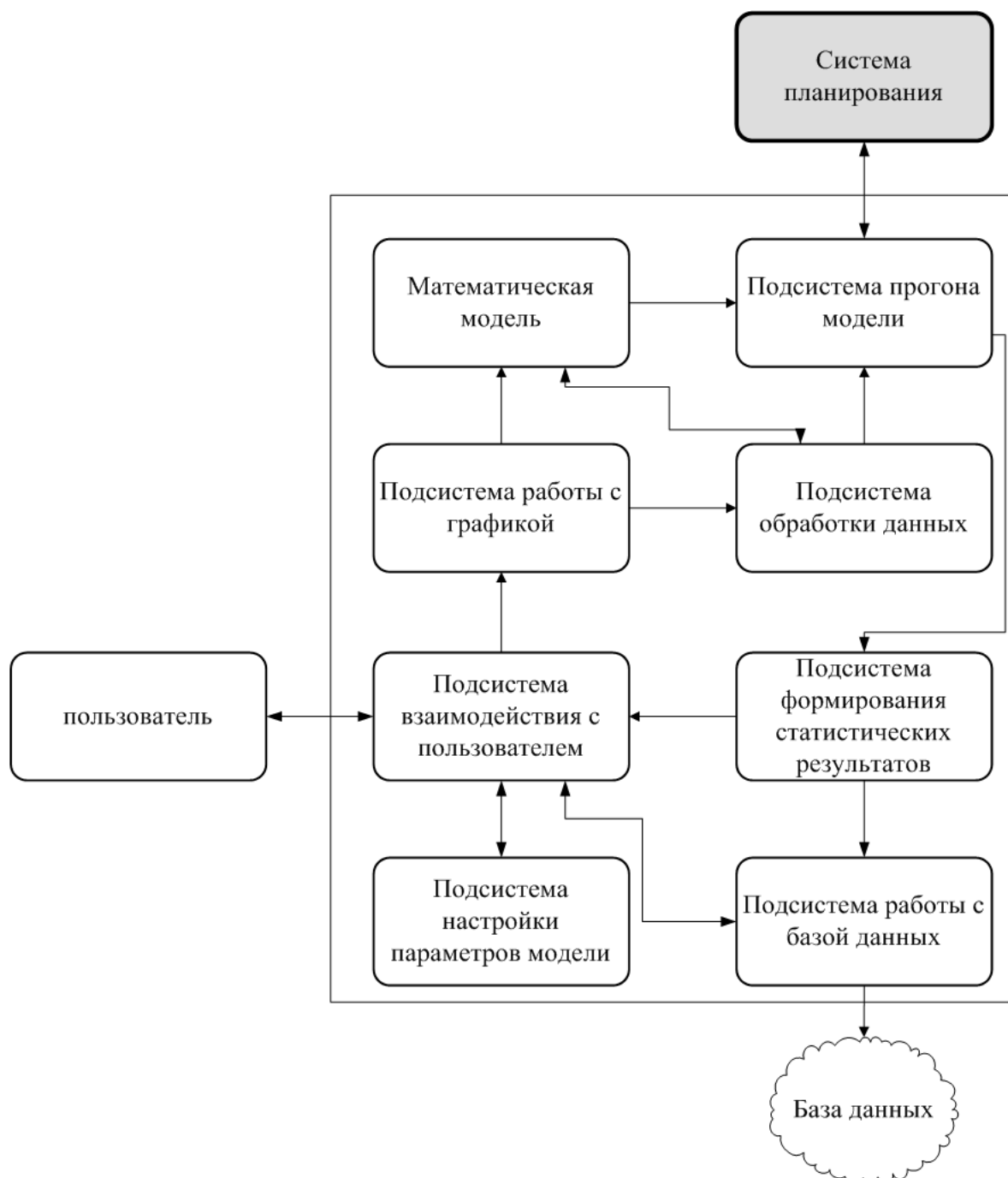


Рисунок 2 – Структура системы имитационного моделирования

Выводы

Таким образом, разработана структура системы имитационного моделирования, предназначенной для моделирования процесса выполнения проектов, представляющих собой совокупность взаимно-зависимых работ со случайной длительностью выполнения. В частности, определены основные подсистемы, входные и выходные данные для них, а также основные подпрограммы.

Библиографический список

1. Баженов Р.И. Об имитационном моделировании экономических процессов средствами специализированной программной среды/ Р.И. Баженов, Д.К. Лопатин// Молодой ученый, 2014. с 88-92.
2. Титоренко М.В. Об имитационном моделировании систем массового обслуживания в среде GPSS// М.В. Титоренко, Р.И. Баженов// Nauka-Rastudent.ru. 2015. № 3 (15). С. 4.
3. Герасимов Д.А. Анализ системы имитационного моделирования GPSS World// Герасимов Д.А., Олейникова С.А. Информационные технологии моделирования и управления. Выпуск 3(37), 2007. с.339 – 343.
4. Буч Г. Язык UML. Руководство пользователя (2-е изд)/ Г. Буч, Д. Рамбо, И. Якобсон. М.: ДМК Пресс, 2006. — 496 с.
5. Олейникова С.А. Особенности системы имитационного моделирования для задач управления проектами со случайной длительностью выполнения работ // Кибернетика и программирование. 2015. - № 2. - С.68-77. DOI: 10.7256/2306-4196.2015.2.14509.
6. Сирота А.А. Компьютерное моделирование сложных систем/ А.А. Сирота; Воронеж. гос. ун-т. – Воронеж: Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 2006. – 248с.
7. Советов Б.Я. Моделирование систем/ Б.Я. Советов, С.А. Яковлев. – М.: Высшая школа, 2001. – 275с.
8. Аверилл М. Л. Имитационное моделирование/ М.Л. Аверилл, В.Д. Кельтон. СПб.: Питер, 2004. – 846с.
9. Айвазян С. А. Прикладная статистика: Основы моделирования и первичная обработка данных/ С.А. Айвазян, И.С. Енюков, Л.Д. Мешалкин. М.: Финансы и статистика, 1983. – 471 с.
10. Олейникова С.А. Математическая модель и оптимизационная задача составления расписания для мультипроектной системы с временными и ресурсными ограничениями и критерием равномерной загрузки// Вестник Воронежского государственного технического университета. Т.9. № 6-3, 2013. с.58-61.

S.A. Oleinikova

The structure of the complex of programs for the implementation of a simulation system

Abstract. The article deals with the problem of software development for the implementation of modelling systems designed to simulate the complex projects. As a result, the structure of the developed system is proposed.

Keywords: simulation system, complex of programs, project management

УДК 004.75

Г.А. Онтужева

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М.Ф. Решетнева», г. Красноярск, Россия.

МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РЕСУРСОВ ТЕРРИТОРИАЛЬНО РАСПРЕДЕЛЕННОЙ МНОГОУРОВНЕВОЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СЕТИ

Аннотация. В статье представлена проблема оптимизации распределения ресурсов территориально распределенной многоуровневой вычислительной сети и предложены методы ее решения с помощью применения методов теории графов и нечеткой логики.

Ключевые слова. Распределенная вычислительная сеть, распределение ресурсов сети, телекоммуникационные каналы связи.

Введение. Принятие эффективных управленческих решений невозможно без наличия необходимой информации. В качестве источника информации могут использоваться результаты вычислений (модели, слои ГИС, и т.д.), выполненные в территориально распределенной многоуровневой вычислительной сети, отдельные узлы которой представляют собой либо источники первичных данных различной природы, либо узлы обработки данных, имеющие необходимые вычислительные ресурсы для обработки первичных данных и их преобразования в удобную для лица принимающего решения (ЛПР) форму. Не смотря на то, что вычислительная мощность и пропускная способность таких сетей постоянно растет, неравномерное распределение нагрузки и появление перегруженных участков влечет за собой задержки в получении информации конечным потребителем.

Целью данной работы является оптимизация распределения ресурсов территориально распределенной многоуровневой вычислительной сети.

Моделирование сети в виде графа. Решение задачи оптимального распределения ресурсов информационной структуры вычислительной сети можно разделить на 2 этапа:

1. Формирование минимального необходимого набора первичных данных - агрегация первичных данных на нижнем уровне подчиненности - сбор данных различной природы из источников, целью которого является собрать все исходные данные, необходимые для вычислений.

2. Маршрутизация уже полученного набора первичных данных в целях оптимального распределения ресурсов вычислительной сети и доставки конечных показателей ЛПР.

На 2м этапе решения задачи структуру сети целесообразно смоделировать как связный взвешенный граф, схема которого представлена на рисунке 1, вершинами графа будут являться серверы обработки данных, а ребрами - телекоммуникационные каналы связи между ними. При этом вес ребер может меняться в зависимости от пропускной способности и загруженности канала. Таким образом, вес ребер определяется временем, требуемым для передачи данных. Вершинам графа также может присваиваться своего рода «вес», равный времени расчета, в случае, когда принято решение производить расчет на данном сервере.

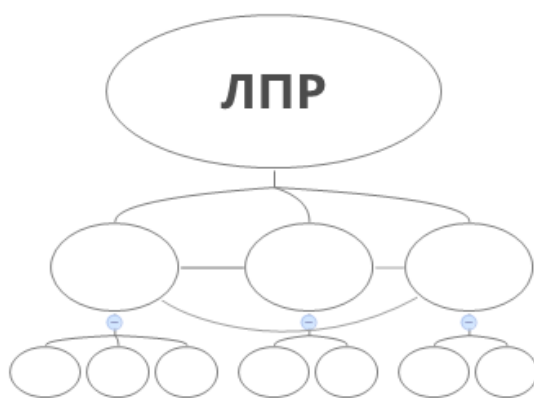


Рисунок 1. Схема графа сети

При этом время расчета и время передачи данных определяются статистически и корректируются в зависимости от фактической загруженности сети.

Таким образом, целевой функцией является минимизация пути от узла нижнего уровня подчиненности до ЛПР.

Попробуем применить алгоритм A^* (A star) [1] на рассматриваемом динамическом графе. Для этого примем следующие условия:

Необходимо найти путь от одной из вершин уровня региональной подчиненности A до вершины ЛПР B . Считаем при этом, что необходимый набор данных уже собран в вершине A .

Для каждого ребра вес - время передачи данных по каналу связи определяется формулой:

$$t = \frac{I}{v}, \text{ где}$$

t - время передачи данных по каналу связи;

I - объем передаваемой информации;

v - пропускная способность канала связи.

Если в вершине, производятся вычисления, то объем данных уменьшается: $I^* = I/a$, $a > 1$, где a - примерный порядок изменения объема информации, но при этом расстояние до вершины увеличивается на время вычислений T^* . Пусть a и T^* для вершин известны (определяются статически), тогда мы можем привести динамический граф к стандартному виду, введя дополнительные вершины и ребра.

Пусть исходный граф представляют собой вершины и ребра без вычислений (все веса определяются через I). Для каждой вершины C , на которой могут производиться вычисления, кроме корневой, необходимо добавить:

Вершину, в которой производятся вычисления C^* .

Все входящие ребра, из тех же вершин, из которых входят ребра в C , но с весом $t = \frac{I}{v} + T^*$.

Копии всех вершин, кроме корневой, в которые можно перейти из C , с ребрами весом $t = \frac{I}{va}$.

Если C соединена с корневой вершиной, то соединить корневую вершину с C^* ребром с весом $t = \frac{I}{v}$.

Для всех вершин, созданных на этапе 3 повторить шаги 3-5. - другими словами мы строим все возможные маршруты с ребрами весом $t = \frac{I}{va}$.

Для вершин, добавленных на шагах 3-5, если они являются серверами, моделировать ситуацию вычислений нет необходимости - так как все вычисления уже проведены в точке C^* . Т.е. шаги 1-5 повторяются для серверных узлов исходного графа кроме корневого.

Для добавления в модель ситуации, когда все вычисления производятся в корневом узле, для всех связанных с ним вершин первоначального графа вес увеличивается на T^* .

После данных изменений модели легко найти функцию расстояния $g(x)$ (сумма весов ребер).

Применение нечеткой логики для оптимизации распределения ресурсов. Для решения поставленной задачи возможно использовать нечеткую логику[2], при этом ее применение возможно сразу в нескольких аспектах:

Определение множества приемлемых решений.

Приблизительное определение частей маршрута как приемлемых или нет.

Ввод эвристик оценки целесообразности информации для ЛПР в конкретный момент времени.

В зависимости от требований, предъявляемых к конечной информации можно определить множество приемлемых решений обозначенной задачи.

При этом приемлемость решения является степенью принадлежности решения к множеству приемлемых. Его можно определить как сумму степеней соответствия решения каждому из управленческих требований. При этом для количественных требований степень соответствия может определяться формулой, а для качественных – путем нечеткой логики. При этом целесообразно ввести веса для требований, которые задаются заранее и определяют важность каждого конкретного требования для получения результата, необходимого ЛПР. Что выражается формулой:

$$F(x) = \sum_{i=1}^n p_i f_i(x)$$

Где $F(x)$ – степень принадлежности решения x множеству приемлемых решений, $f_i(x)$ – степень соответствия решения x i -тому требованию, а p_i – вес требования в общей системе.

Значения функции $F(x)$ могут быть фаззифицированы с помощью лингвистической шкалы, например как в таблице 1.

Таблица 1. Возможные значения лингвистической шкалы.

Значение $F(x)$	Лингвистическая переменная
1	Оптимальное решение
$\geq 0,7$	Весьма приемлемое решение
$\geq 0,5$	Приемлемое решение
$\geq 0,3$	Недостаточно приемлемое решение
$< 0,3$	Неприемлемое решение

Можно выделить 2 стратегии применения функции степени принадлежности решения для решения целевой задачи. Первый путь – определение решения с наибольшим значением как оптимального. Второй метод – определение с помощью функции фаззификации пороговых значений для вычислений: если при динамическом расчете маршрута, для какого-то из них функция степени приемлемости превысила определенный порог, маршрут считается целесообразным, и нет необходимости продолжать поиски других маршрутов, или же если при расчете определенного маршрута значение функции приемлемости заведомо опускается ниже определенного предела, маршрут отбрасывается, и не участвует в дальнейших расчетах.

Вторая стратегия представляется более целесообразной так как решение задачи с применением подобной стратегии потребует меньше вычислений.

Вторая возможность использования нечеткой логики - определение частей маршрута как приемлемых или нет.

Например, в рассматриваемой ситуации можно ввести нечеткие характеристики для каналов связи («скорость канала», зависящая от его пропускной способности и загрузки в рассматриваемый момент времени) и

для узлов вычислительной сети («скорость расчета», зависящая от его вычислительных ресурсов и загрузки в рассматриваемый момент времени).

Данные характеристики могут присваиваться как заранее на основе статистических данных, так и динамически на основе мониторинга загрузки сети. При этом, при формировании маршрута в первую очередь можно рассматривать только «быстрые» каналы связи и узлы сети.

Если необходимо построить маршруты для нескольких наборов данных необходимо учитывать, как нагрузка на сеть меняет характеристики частей маршрута, это можно сделать двумя способами: постоянно пересчитывая нечеткие значения скорости для каналов связи и узлов сети (по аналогии с расчетами в графе) либо введя нечеткое значение загруженности сети и добавив правила типа «незагруженный канал средней скорости лучше, чем загруженный канал высокой скорости». Этот подход представляется предпочтительным, так как не требует постоянного пересчета скорости каналов и узлов сети.

Эффективность представленного подхода напрямую зависит от выбора оптимальных пороговых значений для лингвистических переменных.

Третья возможность применения нечеткой логики - ввод эвристик оценки целесообразности информации для ЛПР в конкретный момент времени.

Нужда в информации ЛПР может зависеть от различных факторов, начиная от времени суток и заканчивая случившимися ЧП. Поэтому может быть необходимо добавить дополнительные изменяемые (как программно так и вручную) эвристики, которые помогут оптимизировать получаемую информацию с точки зрения ЛПР. Данные правила могут касаться либо существующих критериев целесообразности, либо каких-либо показателей напрямую. В первом случае, используя эвристики, можно изменять веса условий приемлемости решений в зависимости от ситуации. А во втором повышать значимость отдельных показателей, придавая им больший приоритет при вычислении и передаче.

Заключение.

Решение задачи оптимального распределения ресурсов информационной структуры вычислительной сети разделяется на формирование минимального необходимого набора первичных данных и маршрутизацию уже полученного набора первичных данных в целях оптимального распределения ресурсов вычислительной сети и доставки конечных показателей ЛПР.

На 2м этапе решения задачи структуру сети целесообразно смоделировать как связный взвешенный граф, преобразованный из динамического вида в стандартный с использованием приведенного в данной работе алгоритма.

Применение нечеткой логики позволят ввести пороговые значение для определения частей маршрута как приемлемых, тем самым сократив время и ресурсы необходимые для вычисления оптимального маршрута.

Библиографический список

1. Рассел С. Дж., Норвиг, П. Искусственный интеллект: современный подход - Artificial Intelligence: A Modern Approach / Пер. с англ. и ред. К. А. Птицына. — 2-е изд.. — М.: Вильямс, 2006. — С. 157—162.
2. Блюмин С. Л. и др. Нечеткая логика: алгебраические основы и приложения — Липецк. ЛЭГИ, 2002. — 120 с.

~ G.A. Ontuzheva.

~ **Methods of optimizing the allocation of resources geographically distributed multi-level computer network**

~ **Abstract.** The article presents the problem of optimizing the allocation of resources geographically distributed multi-level computer network and propose methods to solve it through the use of methods of graph theory and fuzzy logic.

~ **Keywords.** The distributed computing network resource allocation networks, telecommunication links.

УДК 004.7

М.А. Панарин, О.Я. Кравец

Воронежский государственный технический университет, Воронеж,
Россия

ИНТЕРНЕТ-ОРИЕНТИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ОБСЛУЖИВАНИЕМ ТЕХНИЧЕСКИХ ОБРАЩЕНИЙ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ

Аннотация. Рассмотрены особенности программной реализации Интернет-ориентированной системы управления обслуживанием технических обращений пользователей.

Ключевые слова: Программная реализация, обращения пользователей, Интернет-ориентированная система

Введение

В средних и крупных компаниях автоматизация службы технической поддержки — задача необходимая и архиважная, поскольку в противном случае ИТ-отдел просто утонет под завалом заявок и просьб, сотрудники не

получат вовремя помощь и, в конечном итоге, работа всей компании будет парализована. Современные системы HelpDesk позволяют не только ускорить прием и обработку заявок пользователей, но и дают возможность проследить за ходом их осуществления, выработать к каждому сотруднику компании индивидуальный подход, включают в себя самые разнообразные средства оповещения, как о ходе, так и о выполнении заявки и т. д.

1. Общая характеристика систем управления обслуживанием технических обращений пользователей (HelpDesk)

1.1. Необходимость управления технической поддержкой

Управление технической поддержкой необходимо компании уже тогда, когда количество ее ИТ-специалистов становится больше одного. Техническая поддержка пользователей — обязанность любого сотрудника ИТ-службы любой компании или организации. В средних и небольших компаниях обычно один или несколько системных администраторов лично взаимодействуют с пользователями, нуждающимися в помощи или консультациях, но даже в самой малой компании ИТ-специалист предпочтет все заявки и просьбы принимать в виде электронных писем на определенный адрес, что, по сути, является простейшим вариантом HelpDesk.

Управление проблемами, как залог их решения необходимы, когда число пользователей перешагивает пороговое значение 50–100 человек. До этого контроль за фиксированием проблем пользователей тоже необходим, но может быть реализован в небольших решениях либо с помощью электронных таблиц. Необходимо построить регламентирующую база как для сотрудников технической поддержки, так и для пользователей.

Даже разделение между ними обязанностей — это управление технической поддержкой. Особенно оно необходимо в тех случаях, когда обращение пользователей к ИТ-ресурсам вызывает много проблем, как технических, так и методологических, и при дальнейшем развитии ИТ-инфраструктуры компании количество таких вопросов возрастает лавинообразно. В то же время многие компании подходят шире к вопросу управления технической поддержкой, внедряя многофункциональные системы управления ИТ-услугами, которые, в том числе, включают в себя средства управления инцидентами и поддержки пользователей HelpDesk.

1.2. Архитектура HelpDesk

Система обычно строится по общему принципу, но некоторые решения включают расширенный функционал. В результате каждый заказчик может выбрать строго индивидуальное решение. Стандартная система HelpDesk состоит из следующих логических компонентов (рис. 1):

- модуль регистрации заявок об инцидентах;
- база данных заявок;

- система отслеживания статуса заявки и оповещения;
- база знаний;
- панель администрирования;
- модуль отчетности.

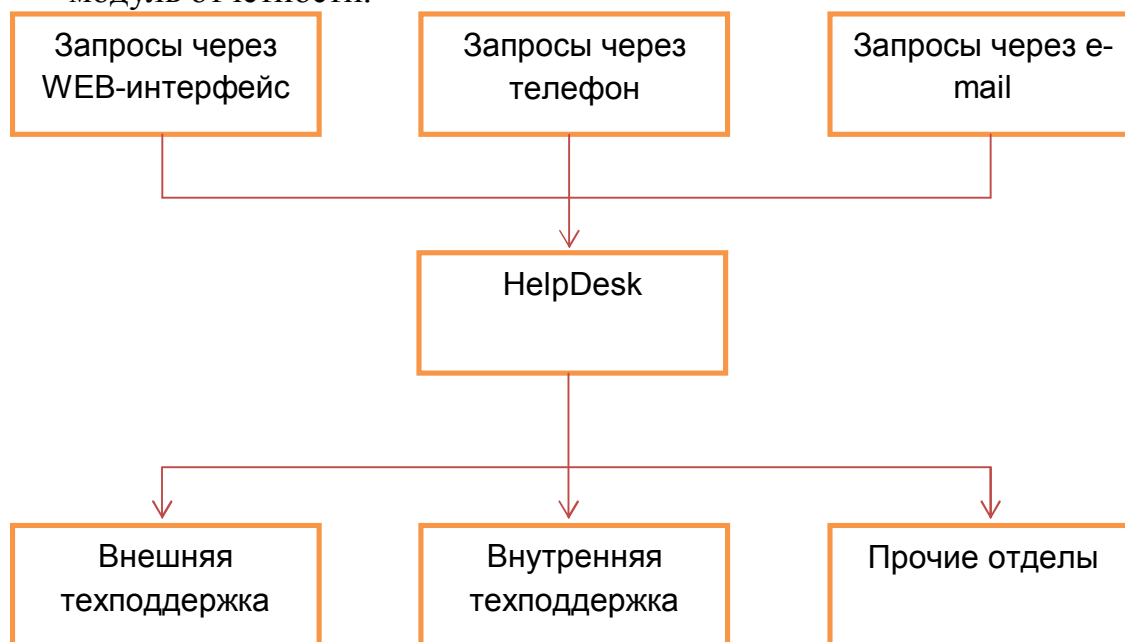


Рис. 1. HelpDesk. «Вид снаружи»

Системы HelpDesk могут также сочетаться со средствами учёта компьютерного оборудования. Таким образом, можно контролировать количество и типы оборудования. Вследствие этого всегда имеется информация о том, имеется ли в организации оборудование, отвечающее определённым требованиям (например, для замены вышедшего из строя).

1.3. Процессы в системах HelpDesk

В каждой HelpDesk-системе имеют место множество процессов. К ним относятся обработка сообщений, отслеживание нештатных ситуаций, их устранение, текущее обслуживание ИТ-инфраструктуры предприятия и т. д. Наиболее значимые процессы таковы:

- управление конфигурациями;
- управление инцидентами;
- управление проблемами;
- управление изменениями и релизами;
- управление услугами.

Управление конфигурациями

Для класса конфигурационных единиц создаются различные пользовательские интерфейсы для ручного ввода и корректировки информации, автоматизируются процессы заполнения и поддержки актуальности CMDB-средствами взаимодействия с внешними системами. На уровне отдельного атрибута поддерживаются средства визуализации структуры CMDB, версии конфигурационных единиц и средства

графического анализа последствий влияния изменения любой конфигурационной единицы на услуги, оказываемые ИТ-службой.

Управление инцидентами

Схема процесса «управление инцидентами» позволяет в сжатые сроки организовать работу службы технической поддержки. Данная схема должна соответствовать следующим требованиям:

- единая точка регистрации заявок пользователей, возможность регистрации заявок сотрудником службы технической поддержки от имени пользователя;
- поддержка средств опроса пользователей о качестве работы ИТ службы;
- ручные и автоматические назначения исполнителей;
- поддержка вложенных процессов по механизму дерево/ветки;
- эскалации заявки между линиями технической поддержки;
- поддержка различных схем обработки заявок в зависимости от их классификационных признаков;
- поддержка связей с конфигурационными единицами и другими процессами;
- поддержка средств контроля сроков выполнения заявок на основании сервисных контрактов с потребителями ИТ-услуг, внутренних контрактов службы ИТ и контрактов с внешними поставщиками ИТ услуг;
- поддержка базы знаний и механизмов теневого;
- поддержка интеграции с внешними системами управления;
- наличие средств реализации статистической отчетности и средств расчета и визуализации ключевых показателей эффективности процесса.

Управление проблемами

Эти системы управления проблемами могут подвергаться модернизации или создаваться с нуля в соответствии с требованиями заказчика. Для эффективного управления проблемами существуют следующие функциональные особенности и возможности:

- возможность сортировки, фильтрации и поиска заявок на устранение инцидентов по различным признакам;
- поддержка средств графического анализа CMDB и связи с другими процессами;
- поддержка многоходовых операций и вложенных процессов;
- средства интеграции с внешними системами мониторинга и управления в сочетании со средствами статистической отчетности и анализа.

Управление изменениями и релизами

Системы HelpDesk содержат электронные модели процессов «управление изменениями» и «управление релизами». Данные процессы придают системе ряд возможностей:

- эффективное прогнозирование влияния планируемых изменений в деятельности на услуги, оказываемые ИТ службой пользователям;
- возможность реализовать гибкие механизмы планирования и контроля изменений и релизов с поддержкой различных типов планов выполнения работ;
- претворение в жизнь гибких механизмов согласования изменений;
- автоматизирование процесса назначения заданий исполнителям в соответствии с утвержденными планами работ.

Все это позволяет свести к минимуму риски возникновения отрицательных последствий изменений ИТ-инфраструктуры на работу организации.

Управление услугами

Обычно системы HelpDesk содержат набор инструментов для реализации необходимых услуг, которые компания оказывает потребителям. Такие инструменты услуг к заказчикам, ответственным исполнителям, объектам ИТ инфраструктуры, а так же к заявкам, обрабатываемым в рамках процессов «Управление инцидентами», «Управление проблемами», «Управление изменениями» и «Управление релизами». Поддерживаются соглашения об уровне услуг (SLA, OLA, UC) с привязкой к любому процессу, реализованному в системе и средства автоматического контроля соблюдения данных соглашений. Средства статистической отчетности позволяют сделать процесс предоставления ИТ услуг пользователям информационных систем качественным и контролируемым.

Оценка эффективности

Сокращение простоев сотрудников компании является основным критерием эффективности HelpDesk. Ключевой показатель эффективности HelpDesk — это время, которое сотрудник компании не мог выполнять свои обязанности из-за технических проблем, связанных с ИТ, носящих локальный характер. Таким образом, любая компания, которая в той или иной форме ведет учет рабочего времени своих сотрудников, отмечая объективные и субъективные простои, может без труда посчитать для себя такого рода эффект сразу же после внедрения. Но, конечно, любой результат лучше выяснить заранее, а уже затем приступить к реализации проекта.

2. Программное проектирование системы

2.1. Структура системы

Система представляет собой портал в локальной сети, при помощи WEB-интерфейса которого организовано взаимодействие с базой данных.

Система состоит из следующих блоков.

- блок ввода данных;
- блок вывода данных;
- блок предоставления прав пользователей;

– блок работы с СУБД.

Блок работы с СУБД обеспечивает запись и считывание информации в базу данных. Используется база данных MySQL и язык запросов SQL.

Доступ ко всем блокам реализован путем WEB-интерфейса с использованием языка PHP.

2.2. Характеристика процессов обработки данных подсистемы

Так как система предназначена для обработки запросов внутренних клиентов ответственными подразделениями, то необходимо разграничить права доступа пользователей. В системе существует три уровня доступа – это администратор, ответственный по отделу и пользователь. Причем первый имеет возможность полностью контролировать работу системы, в то время как второй лишь просматривать, редактировать и добавлять данные, а пользователь может выставлять и редактировать собственные запросы.

Основой для системы является реляционная база данных. Для упрощения разработки использована CMS (система управления данными), размещенная на сервере.

Для реализации HelpDesk будет необходима таблица «Запросы на обслуживание», в которую пользователями будут вноситься заявки по некорректной работе программного обеспечения,

В таблице «Запросы на обслуживание» размещены следующие поля:

id – номер запроса, счетчик и ключевое поле;

date_time – дата и время создания запроса, заполняется автоматически;

Executor – исполнитель, текстовое поле, заполняется автоматически системой;

Problem – суть запроса пользователя, содержит информацию об ошибке, текстовое поле;

Creator – создатель запроса, заполняется автоматически на основании логина авторизованного пользователя, фактически, создать запрос от «чужого имени» невозможно;

type – тип запроса, выбирается из выпадающего списка;

Execute – статус запроса, изначально устанавливается автоматически, может быть изменено администраторами и ответственными сотрудниками IT-отдела;

DateExecz – дата изменения поля Execute, заполняется автоматически при редактировании записи.

2.3. Разработка интерфейса

Сама система разделена на две части.

Информационная часть представляет собой портал с важной информацией. Например, здесь размещена информация о производимых технологических работах, проблемах в работе системы, и инструкция пользователя.

Для администраторов в информационной части доступен раздел с отчетами по работе ответственных подразделений.

Кнопка «Отчеты» и одноименный пункт в списке на главной странице отображается только у администратора системы.

При переходе на вкладку «Запросы на обслуживание» отображается список запросов с управляющими элементами.

Администратор может удалять и редактировать любые записи таблицы. У обычного пользователя доступ к редактированию и удалению ограничен собственными записями.

Для ввода информации используется соответствующая форма. Поля «Дата создания», «Создатель», «Статус» заполняются автоматически.

Отчеты доступны администратору системы. Они позволяют контролировать время обработки запросов, получать информацию по открытым и невыполненным задачам. Отчеты позволяют проводить мониторинг проблем и неисправностей, что позволяет, в случае наличия повторяющихся запросов. Создать инцидент и передать его на особый контроль ответственному подразделению.

Отчеты в системе реализованы при помощи программного модуля, написанного на языке php, который при помощи sql запроса получает информацию из таблицы базы данных MySQL и создает на основе результата таблицу в виде HTML-документа.

Отчеты доступны для печати и для отправки по электронной почте, например, руководителю предприятия для ознакомления.

В целом интерфейс сайта отвечает современным требованиям:

типичность - дизайн интерфейса ориентирован на стандартную структуру сайтов;

дружелюбность - интерфейс представляет собой систему подсказок, пиктограммы являются информативным отражением функции и т. д.;

полная функциональность - все функции сайта доступны пользователю простейшими манипуляциями мыши;

адаптационная направленность - возможность настройки под конкретного пользователя, сохранение вариантов настроек;

оперативность - при переключении страниц происходит задержек, связанных с медлительностью интерфейса.

Заключение

Спроектирована и реализована Интернет-ориентированная система управления обслуживанием технических обращений пользователей.

Благодаря разработанным дополнительным программным модулям реализован вывод отчетов, основанных на выборке данных из базы данных, что позволяет контролировать выполнение запросов на обслуживание и производить обновление информации об инцидентах.

Библиографический список

1. Кузнецов М.С. Самоучитель. PHP 5/6. - М.: BHV, 2008. – 672 с.
2. <http://fabrikar.com/forums/index.php?wiki/index/-справка>.
3. <http://www.Joomla.ru>.
4. Шрайберг Я.Л. Основные положения и принципы разработки автоматизированных информационных систем и сетей. - М.: Либерия, 2001. – 102 с.

» М.А. Panarin, O.Ja. Kravets
» **Internet oriented management system service of users technical requests**
» **Abstract.** Features of program implementation of the Internet oriented management system service of users technical requests are discussed.
» **Keywords:** Program implementation, requests of users, the Internet oriented system

УДК 629

И.А. Панкратов

ФГБОУ ВПО Саратовский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского, г. Саратов, Россия

ОБ ОДНОМ ПОДХОДЕ К РЕШЕНИЮ УРАВНЕНИЙ ОРИЕНТАЦИИ ОКОЛОКРУГОВОЙ ОРБИТЫ КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА*

Аннотация. В статье рассмотрена задача оптимальной переориентации орбиты космического аппарата (КА) с помощью ограниченного по модулю управления, ортогонального плоскости орбиты КА. Найдено приближённое аналитическое решение дифференциальных уравнений ориентации околокруговой орбиты КА для постоянного на смежных участках активного движения КА управления. Работа является развитием [1].

Ключевые слова: космический аппарат, орбита, ориентация, кватернион, оптимальное управление.

**Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект 12-01-00165-а).*

1. Постановка задачи.

Пусть необходимо определить ограниченное по модулю управление u :

$$-u_{max} \leq u \leq u_{max},$$

ортогональное плоскости орбиты КА, движение центра масс которого описывается уравнениями [2, 3]

$$\begin{aligned} 2 \frac{d\lambda}{dt} &= \lambda \circ \omega_\eta, \quad \lambda = \lambda_0 + \lambda_1 \mathbf{i}_1 + \lambda_2 \mathbf{i}_2 + \lambda_3 \mathbf{i}_3, \quad \omega_\eta = u \frac{r}{c} \mathbf{i}_1 + \frac{c}{r^2} \mathbf{i}_3, \\ \frac{d\varphi}{dt} &= \frac{c}{r^2}, \quad r = \frac{p}{1 + e \cos \varphi}, \quad c = \text{const}, \end{aligned} \quad 1)$$

переводящее орбиту КА из заданного начального состояния

$$t = t_0 = 0 \quad \varphi(0) = \varphi_0, \quad \lambda(0) = \lambda^H = \Lambda^H \circ \left(\cos \frac{\varphi_0}{2} + \mathbf{i}_3 \sin \frac{\varphi_0}{2} \right)$$

в конечное состояние, принадлежащее многообразию

$$t = t^* = ? \quad \varphi(t^*) = \varphi^*, \quad \lambda(t^*) = \lambda^* = \pm \Lambda^* \circ \left(\cos \frac{\varphi^*}{2} + \mathbf{i}_3 \sin \frac{\varphi^*}{2} \right)$$

и минимизирующее функционал

$$J_1 = \int_0^{t^*} (\alpha_1 + \alpha_2 u^2) dt \quad \text{или} \quad J_2 = \int_0^{t^*} (\alpha_1 + \alpha_2 |u|) dt, \quad \alpha_1, \alpha_2 = \text{const} \geq 0.$$

Здесь λ – нормированный кватернион ориентации орбитальной системы координат; кватернионная переменная Λ характеризует ориентацию орбиты КА; $\circ$ – символ кватернионного умножения; $\mathbf{i}_1, \mathbf{i}_2, \mathbf{i}_3$ – векторные мнимые единицы Гамильтона; $r = |\mathbf{r}|$ – модуль радиуса-вектора центра масс КА; $c = |\mathbf{r} \times \mathbf{v}|$ – постоянная площадей (модуль вектора момента скорости $\mathbf{v}$ центра масс КА); u – проекция вектора реактивного ускорения $\mathbf{u}$ на направление вектора момента скорости центра масс КА (алгебраическая величина реактивного ускорения, перпендикулярного мгновенной плоскости орбиты КА); φ – истинная аномалия, характеризующая положение КА на орбите; p и e – параметр и эксцентриситет орбиты.

Аналитическое решение уравнений (1) в случае произвольного управления $u = u(t)$ не известно. Отметим, что задача интегрирования уравнений (1) есть задача Дарбу [4]. Решение указанной задачи в замкнутой форме найдено лишь для некоторых частных случаев (см., например, работу А.В. Молоденкова [5]). Известно, что оптимальное управление, находимое из условия максимума функции Гамильтона-Понтрягина по переменной u , в случае минимизации функционала J_2 или при решении задачи быстрогодействия сохраняет постоянное значение на смежных участках активного движения КА [6, 7]. В работе [8] был предложен способ построения решения уравнений (1) при условии, что орбита КА является круговой ($e = 0$), а управление u – постоянным.

Отметим, что для нахождения аналитического решения уравнений (1) удобно перейти к новой независимой переменной – истинной аномалии φ и ввести безразмерные переменные. Система фазовых уравнений в безразмерных переменных примет вид [7]:

$$2 \frac{d\lambda}{d\varphi} = \lambda \circ \left[N^b u^b (r^b)^3 \mathbf{i}_1 + \mathbf{i}_3 \right] \quad r^b = \frac{1}{1 + e \cos \varphi}. \quad (2)$$

Здесь $N^b = u_{\max} R^3 / c^2$ – характерный безразмерный параметр, R – характерное расстояние (величина, близкая к длине большой полуоси орбиты управляемого КА), $u^b = u / u_{\max}$ – безразмерное управление.

2. Первая поправка.

Предположим, что орбита КА является околокруговой ($e \ll 1$), а управление постоянным. Следуя [9], будем искать решение в виде разложения по степеням малого параметра e :

$$\lambda(\varphi) = \lambda^{(0)}(\varphi) + e\lambda^{(1)}(\varphi) + e^2\lambda^{(2)}(\varphi) + \dots \quad (3)$$

Входящий в уравнения (2) множитель $(r^b)^3$ можно также представить в виде ряда по степеням e :

$$(r^b)^3 = \frac{1}{(1 + e \cos \varphi)^3} = 1 - 3e \cos \varphi + 6e^2 \cos^2 \varphi + \dots$$

Ограничимся пока нахождением лишь первого поправочного члена ряда (3), т.е. будем искать приближённое решение задачи в виде

$$\lambda(\varphi) = \lambda^{(0)}(\varphi) + e\lambda^{(1)}(\varphi) + O(e^2). \quad (4)$$

Тогда уравнение для кватерниона λ примет вид ($N = N^b u^b$)

$$\frac{d\lambda}{d\varphi} = \frac{1}{2} \lambda \circ [(N\mathbf{i}_1 + \mathbf{i}_3) - 3Ne \cos \varphi]. \quad (5)$$

Подставляя разложение (4) в кватернионное уравнение (5) и приравнявая коэффициенты при одинаковых степенях e , имеем два обыкновенных дифференциальных уравнения относительно $\lambda^{(0)}$ и $\lambda^{(1)}$:

$$\frac{d\lambda^{(0)}}{d\varphi} = \frac{1}{2} \lambda^{(0)} \circ (N\mathbf{i}_1 + \mathbf{i}_3), \quad (6)$$

$$\frac{d\lambda^{(1)}}{d\varphi} = \frac{1}{2} \lambda^{(1)} \circ (N\mathbf{i}_1 + \mathbf{i}_3) - \frac{3}{2} N \cos \varphi (\lambda^{(0)} \circ \mathbf{i}_1). \quad (7)$$

При этом необходимо учитывать тот факт, что умножение кватернионов ассоциативно, но в общем случае не коммутативно [4, 10].

Уравнение (6) совпадает с уравнением ориентации орбитальной системы координат в случае, когда КА движется по круговой орбите под действием постоянного управления. Согласно [8], общее решение этого уравнения имеет вид

$$\lambda^{(0)} = C \cos\left(\frac{\omega\varphi}{2}\right) + D \sin\left(\frac{\omega\varphi}{2}\right), \quad (8)$$

где $\mathbf{C}$, $\mathbf{D}$ – кватернионные постоянные интегрирования, а $\omega = \sqrt{N^2 + 1}$. Решая уравнение (7), получим, что

$$\begin{aligned} \lambda^{(1)} = & \left(\frac{3N}{8(1+\omega)} \mathbf{C} \circ [-N - \mathbf{i}_2] + \frac{3N(\omega+2)}{8(1+\omega)} [\mathbf{D} \circ \mathbf{i}_1] \right) \cos \left[\left(\frac{\omega}{2} + 1 \right) \varphi \right] + \\ & + \left(-\frac{3N(\omega+2)}{8(1+\omega)} [\mathbf{C} \circ \mathbf{i}_1] + \frac{3N}{8(1+\omega)} \mathbf{D} \circ [-N - \mathbf{i}_2] \right) \sin \left[\left(\frac{\omega}{2} + 1 \right) \varphi \right] + \\ & + \left(\frac{3N}{8(1-\omega)} \mathbf{C} \circ [-N - \mathbf{i}_2] + \frac{3N(\omega-2)}{8(1-\omega)} [\mathbf{D} \circ \mathbf{i}_1] \right) \cos \left[\left(\frac{\omega}{2} - 1 \right) \varphi \right] + \\ & + \left(-\frac{3N(\omega-2)}{8(1-\omega)} [\mathbf{C} \circ \mathbf{i}_1] + \frac{3N}{8(1-\omega)} \mathbf{D} \circ [-N - \mathbf{i}_2] \right) \sin \left[\left(\frac{\omega}{2} - 1 \right) \varphi \right]. \end{aligned} \quad 9)$$

Таким образом, общее решение уравнения (2) с точностью до слагаемых, содержащих эксцентриситет орбиты КА в степени не выше первой, имеет вид (4), где кватернионы $\lambda^{(0)}$ и $\lambda^{(1)}$ вычисляются по формулам (8), (9).

На рис. 1 показан закон изменения тензора кватерниона $err(e)$ погрешности определения ориентации орбитальной системы координат:

$$|err(e)| = \sqrt{\|err(e)\|} = \sqrt{err_0^2 + err_1^2 + err_2^2 + err_3^2}.$$

Компоненты этого кватерниона имеют вид

$$err_j(e) = \max_{\varphi \in [0; 2\pi]} |\lambda_j^{\text{прибл}}(\varphi, e) - \lambda_j^{\text{PK}}(\varphi, e)|, \quad j = \overline{0, 3}.$$

Здесь $\lambda^{\text{прибл}}(\varphi, e)$ – приближённое аналитическое решение, а $\lambda^{\text{PK}}(\varphi, e)$ – результат интегрирования уравнения (2) методом Рунге-Кутты 4-го порядка точности с шагом $h = 0.001$ рад.

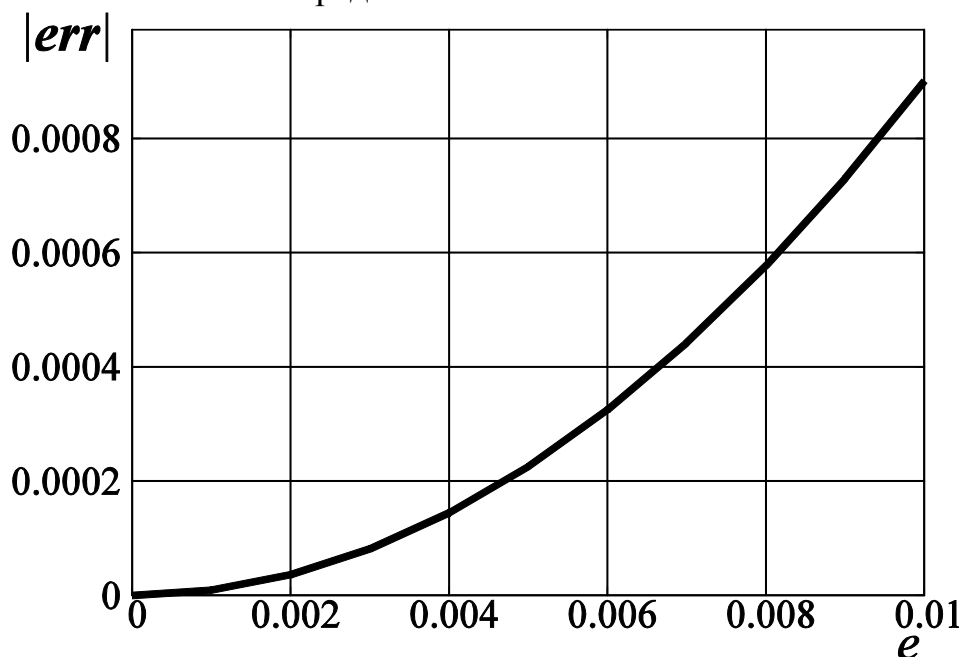


Рис. 1: Тензор кватерниона погрешности (первая поправка)

При этом начальное значение кватерниона λ соответствует ориентации орбиты одного из спутников группировки ГЛОНАСС, а параметр $N = 0.35$.

3. Вторая поправка.

Уточним полученное решение и найдём второй поправочный член ряда (3), т.е. теперь приближённое решение задачи примет вид

$$\lambda(\varphi) = \lambda^{(0)}(\varphi) + e\lambda^{(1)}(\varphi) + e^2\lambda^{(2)}(\varphi) + O(e^3). \quad (10)$$

В этом случае уравнения для кватерниона λ будут иметь вид

$$\frac{d\lambda}{d\varphi} = \frac{1}{2}\lambda \circ \left[(N\mathbf{i}_1 + \mathbf{i}_3) - N(3e \cos \varphi - 6e^2 \cos^2 \varphi) \right] \quad (11)$$

Подставляя разложение (10) в кватернионное уравнение (11) и приравнявая коэффициенты при одинаковых степенях e , имеем помимо (6), (7), следующее уравнение

$$\frac{d\lambda^{(2)}}{d\varphi} = \frac{1}{2}\lambda^{(2)} \circ (N\mathbf{i}_1 + \mathbf{i}_3) - \frac{3}{2}N \cos \varphi (\lambda^{(1)} \circ \mathbf{i}_1) + 3N \cos^2 \varphi (\lambda^{(0)} \circ \mathbf{i}_1). \quad (12)$$

Отметим, что в правой части (12) содержатся функции $\cos(\omega\varphi/2)$ и $\sin(\omega\varphi/2)$, входящие в фундаментальную систему решений соответствующего однородного уравнения. Поэтому решение уравнения (12) имеет вид [11]:

$$\begin{aligned} \lambda^{(2)} = & \mathbf{E}^+ \cos \left[\left(\frac{\omega}{2} + 2 \right) \varphi \right] + \mathbf{F}^+ \sin \left[\left(\frac{\omega}{2} + 2 \right) \varphi \right] + \mathbf{E}^- \cos \left[\left(\frac{\omega}{2} - 2 \right) \varphi \right] + \\ & + \mathbf{F}^- \sin \left[\left(\frac{\omega}{2} - 2 \right) \varphi \right] + \mathbf{G} \varphi \cos \left(\frac{\omega\varphi}{2} \right) + \mathbf{H} \varphi \sin \left(\frac{\omega\varphi}{2} \right), \end{aligned} \quad (13)$$

где

$$\begin{aligned} \mathbf{E}^+ = & \frac{-3N}{16(\omega+2)} \left\{ \mathbf{C} \circ \left[-N - \frac{3N}{8(1+\omega)} (N^2 - 1 + (\omega+2)(\omega+4)) - \right. \right. \\ & \left. \left. - \left(1 + \frac{3N^2}{4(1+\omega)} \right) \mathbf{i}_2 \right] + \mathbf{D} \circ \left[\left(\omega + 4 + \frac{3N^2(\omega+3)}{4(1+\omega)} \right) \mathbf{i}_1 - \frac{3N}{4(1+\omega)} \mathbf{i}_3 \right] \right\}, \\ \mathbf{F}^+ = & \frac{3N}{16(\omega+2)} \left\{ \mathbf{C} \circ \left[\left(\omega + 4 + \frac{3N^2(\omega+3)}{4(1+\omega)} \right) \mathbf{i}_1 - \frac{3N}{4(1+\omega)} \mathbf{i}_3 \right] + \right. \\ & \left. + \mathbf{D} \circ \left[-N - \frac{3N}{8(1+\omega)} (N^2 - 1 + (\omega+2)(\omega+4)) - \left(1 + \frac{3N^2}{4(1+\omega)} \right) \mathbf{i}_2 \right] \right\}. \end{aligned} \quad (14)$$

$$\begin{aligned}
E^- &= \frac{3N}{16(\omega-2)} \left\{ C \circ \left[-N - \frac{3N}{8(1-\omega)} (N^2 - 1 + (\omega-2)(\omega-4)) - \right. \right. \\
&\quad \left. \left. - \left(1 + \frac{3N^2}{4(1-\omega)} \right) i_2 \right] + D \circ \left[\left(\omega - 4 + \frac{3N^2(\omega-3)}{4(1-\omega)} \right) i_1 + \frac{3N}{4(1-\omega)} i_3 \right] \right\}, \\
F^- &= \frac{3N}{16(\omega-2)} \left\{ -C \circ \left[\left(\omega - 4 + \frac{3N^2(\omega-3)}{4(1-\omega)} \right) i_1 + \frac{3N}{4(1-\omega)} i_3 \right] + \right. \\
&\quad \left. + D \circ \left[-N - \frac{3N}{8(1-\omega)} (N^2 - 1 + (\omega-2)(\omega-4)) - \left(1 + \frac{3N^2}{4(1-\omega)} \right) i_2 \right] \right\}, \\
G &= \frac{3}{16} \{ C \circ [5N - 3i_2] - 3\omega(D \circ i_1) \} \circ i_1, \\
H &= \frac{3}{16} \{ 3\omega(C \circ i_1) + D \circ [5N - 3i_2] \} \circ i_1.
\end{aligned} \tag{15}$$

Таким образом, общее решение уравнения (2) с точностью до слагаемых, содержащих эксцентриситет орбиты КА в степени не выше второй, имеет вид (10), где кватернионы $\lambda^{(0)}$, $\lambda^{(1)}$ и $\lambda^{(2)}$ вычисляются по формулам (8), (9), (13); при этом постоянные кватернионы задаются формулами (14) – (16).

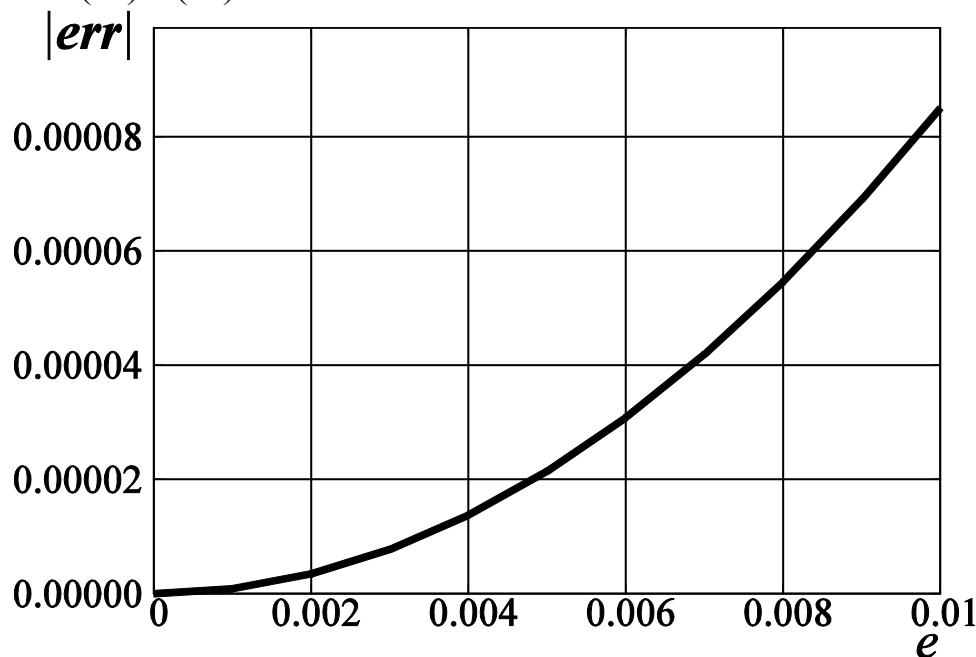


Рис. 2: Тензор кватерниона погрешности (вторая поправка)

На рис. 2 показан закон изменения тензора кватерниона $err(e)$ погрешности определения ориентации орбитальной системы координат с учётом слагаемых, содержащих эксцентриситет орбиты КА в степени не выше второй. Параметры задачи и начальный кватернион ориентации орбитальной системы координат те же, что и на рис. 1.

Полученное разложение (10) становится непригодным при больших значениях φ из-за присутствия в нём вековых слагаемых $\varphi \cos(\omega\varphi/2)$ и $\varphi \sin(\omega\varphi/2)$. При возрастании истинной аномалии указанные слагаемые будут того же порядка, что и первый поправочный член (при $\varphi > O(e^{-1})$) или даже будут больше главного члена разложения (при $\varphi > O(e^{-2})$). При этом все предыдущие выкладки были сделаны в предположении, что эти слагаемые должны быть малой поправкой.

Также необходимо исследовать поведение полученных разложений в случае, когда КА оснащён двигателем малой тяги ($N^b \ll 1$). При этом $\omega \approx 1$ и в формулах (15) появляются малые знаменатели.

Библиографический список

1. Панкратов И. А. Аналитическое решение уравнений ориентации околокруговой орбиты космического аппарата // Изв. Саратов. ун-та. Нов. сер. Сер. Математика. Механика. Информатика. 2015. Т. 15, вып. 1. С. 97-105.
2. Челноков Ю. Н. Применение кватернионов в задачах оптимального управления движением центра масс космического аппарата в ньютоновском гравитационном поле. I // Космические исследования. 2001. Т. 39, вып. 5. С. 502-517.
3. Челноков Ю. Н., Панкратов И. А. Переориентация круговой орбиты космического аппарата с тремя точками переключения управления // Мехатроника, автоматизация, управление. 2011. № 1. С. 70-73.
4. Бранец В. Н., Шмыглевский И. П. Применение кватернионов в задачах ориентации твердого тела. М.: Наука, 1973. 320 с.
5. Молоденков А. В. К решению задачи Дарбу // Изв. РАН. МГТ. 2007. № 2. С. 3-13.
6. Челноков Ю. Н. Оптимальная переориентация орбиты космического аппарата посредством реактивной тяги, ортогональной плоскости орбиты // Математика. Механика. 2006. № 8. С. 231-234.
7. Панкратов И. А., Сапунков Я. Г., Челноков Ю. Н. Решение задачи оптимальной переориентации орбиты космического аппарата с использованием кватернионных уравнений ориентации орбитальной системы координат // Изв. Саратов. ун-та. Нов. сер. Сер. Математика. Механика. Информатика. 2013. Т. 13, вып. 1, ч. 1. С. 84-92.
8. Панкратов И. А., Челноков Ю. Н. Аналитическое решение дифференциальных уравнений ориентации круговой орбиты космического аппарата // Изв. Саратов. ун-та. Нов. сер. Сер. Математика. Механика. Информатика. 2011. Т. 11, вып. 1. С. 84-89.
9. Найфэ А. Введение в методы возмущений. М.: Мир, 1984. 535 с.
10. Челноков Ю. Н. Кватернионные и бикватернионные модели и методы механики твердого тела и их приложения. Геометрия и кинематика движения. М.: Физматлит, 2006. 512 с.
11. Зайцев В. Ф., Полянин А. Д. Справочник по обыкновенным дифференциальным уравнениям. М.: Физматлит, 2001. 576 с.

~ I.A. Pankratov
~ **About a method for solving equations of near-circular**
~ **spacecraft's orbit orientation**

Abstract. The problem of optimal reorientation of spacecraft's orbit with a limited control, orthogonal to the plane of spacecraft's orbit is investigated. In this paper was found an approximate analytical solution of differential equations of near-circular spacecraft's orbit orientation by control, which is permanent on adjacent parts of the active spacecraft's motion. In this paper we develop the results obtained in [1].

Keywords: spacecraft, orbit, orientation, quaternion, optimal control.

УДК 519.6, 531

И.А. Панкратов

ФГБОУ ВПО Саратовский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского, г. Саратов, Россия

ОБ ОДНОМ МЕТОДЕ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ*

Аннотация. В статье рассмотрена задача оптимального управления для случая, когда время окончания управляемого процесса фиксировано. Функционал, определяющий качество процесса управления, характеризует затраты энергии на управление. Предложен способ построения приближённого решения задачи, основанный на методе Галёркина. Приведены примеры численного решения задачи. Работа является развитием [1, 2].

Ключевые слова: оптимальное управление, метод Галёркина.

** Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект 12-01-00165-а).*

1. Постановка задачи.

Рассмотрим управляемую систему, описываемую линейным векторным обыкновенным дифференциальным уравнением:

$$\frac{dx}{dt} = Ax + Bu, \quad (1)$$

где x , A , B – матрицы следующего вида

$$x = \begin{pmatrix} x_1 \\ \dots \\ x_n \end{pmatrix}, \quad A = \begin{pmatrix} A_{11} & \dots & A_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ A_{n1} & \dots & A_{nn} \end{pmatrix}, \quad B = \begin{pmatrix} B_1 \\ \dots \\ B_n \end{pmatrix},$$

а управление u есть скалярная функция, на которую не наложены ограничения.

Необходимо перевести управляемую систему из начального положения при $t = 0$ $x = x^0$

2)

в конечное

при $t = T$ $x = x^k$.

3)

При этом необходимо минимизировать функционал

$$J = \int_0^T u^2 dt,$$

характеризующий затраты энергии на управление.

Отметим, что время окончания управляемого процесса T фиксировано.

Поставленная задача решается с помощью принципа максимума Л.С. Понтрягина [3].

Введём вектор сопряжённых переменных $\psi = \begin{pmatrix} \psi_1 \\ \dots \\ \psi_n \end{pmatrix}$. Составим

функцию Гамильтона-Понтрягина

$$H = -u^2 + \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^n \psi_j A_{jk} x_k + \sum_{j=1}^n \psi_j B_j u_j.$$

Известно [4], что система сопряжённых дифференциальных уравнений имеет вид

$$\frac{d\psi}{dt} = - \begin{pmatrix} A_{11} & \dots & A_{n1} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ A_{1n} & \dots & A_{nn} \end{pmatrix} \psi, \quad (4)$$

При этом оптимальное управление, находимое из условия максимума функции Гамильтона-Понтрягина по переменной u , имеет вид

$$u^{\text{опт}} = \frac{1}{2} \sum_{j=1}^n B_j \psi_j. \quad (5)$$

Таким образом, задача сведена к краевой задаче с закреплённым правым концом траектории, описываемой системой линейных дифференциальных уравнений (1), (4), (5) порядка $2n$ и $2n$ краевыми условиями (2), (3).

2. Метод взвешенных невязок.

Традиционно для решения краевых задач оптимального управления (см. например, работы Р.П. Федоренко [5], Ф.П. Васильева [6]) применяются различные итерационные методы: метод Ньютона, метод градиентного спуска [7] и др. При этом в общем случае отсутствуют формулы для нахождения неизвестных начальных значений сопряжённых переменных. Необходимо отметить также плохую сходимость начальных приближений для значений сопряжённых переменных к тем значениям, которые доставляют нули функциям невязок из-за постоянного попадания в их

локальные минимумы, где итерационные методы не дают хороших результатов. В настоящей работе предлагается искать приближённое решение рассматриваемой задачи оптимального управления в следующем виде [8]:

$$x_j \approx \tilde{x}_j = x_j^0 + \sum_{k=1}^n a_{j,k} N_{j,k}(t), \quad j = \overline{1, n}; \quad (6)$$

$$\psi_j \approx \tilde{\psi}_j = \sum_{k=1}^n a_{n+j,k} N_{n+j,k}(t), \quad j = \overline{1, n}. \quad (7)$$

Здесь $a_{j,k}$, $j = \overline{1, 2n}$, $k = \overline{1, M}$ – неизвестные коэффициенты, а $N_{j,k}(t)$ – система линейно независимых базисных функций, удовлетворяющих следующим условиям:

$$\begin{aligned} N_{j,k}(0) &= 0, \quad j = \overline{1, n}, \quad k = \overline{1, M}; \\ \forall j = \overline{1, n} \quad \exists k, l, m \quad N_{j,k}(T) &\neq 0, \quad N_{n+j,l}(0) \neq 0, \quad N_{n+j,m}(T) \neq 0; \end{aligned} \quad (8)$$

Из условий (8) следует, что

$$\tilde{x}_j(0) = x_j^0 + \sum_{k=1}^M a_{j,k} N_{j,k}(0) = x_j^0, \quad j = \overline{1, n};$$

и значит, функции $\tilde{x}_j$ автоматически удовлетворяют начальным условиям (2) при произвольных коэффициентах $a_{j,k}$, $j = \overline{1, n}$, $k = \overline{1, M}$.

Подставляя разложения (6), (7) в фазовые и сопряжённые уравнения (1), (4), получим невязки $R_{[0;T]}^{x_i}$ и $R_{[0;T]}^{\psi_i}$ следующего вида ($i = \overline{1, n}$):

$$\begin{aligned} R_{[0;T]}^{x_i} &= \sum_{k=1}^M \left[a_{i,k} \frac{dN_{i,k}}{dt} - \sum_{j=1}^n a_{j,k} A_{ij} N_{j,k} - \frac{1}{2} \sum_{j=1}^n a_{n+j,k} B_i B_j N_{n+j,k} \right] - \sum_{j=1}^n A_{ij} x_j^0; \\ R_{[0;T]}^{\psi_i} &= \sum_{k=1}^M \left[a_{n+i,k} \frac{dN_{n+i,k}}{dt} + \sum_{j=1}^n a_{n+j,k} A_{ji} N_{n+j,k} \right]. \end{aligned}$$

Для получения приближённых равенств $R_{[0;T]}^{x_i} \approx 0$ и $R_{[0;T]}^{\psi_i} \approx 0$ при $t \in [0; T]$ воспользуемся методом Галёркина [8], выбрав систему весовых функций $W_{s,k} = N_{s,k}$, $s = \overline{1, 2n}$, $k = \overline{1, M}$ и требуя, чтобы выполнялись равенства

$$\int_0^T R_{[0;T]}^{x_s} N_{s,k} dt = 0, \quad s = \overline{1, n}; \quad k = \overline{1, M}. \quad (9)$$

$$\int_0^T R_{[0;T]}^{\psi_{s-n}} N_{s,k} dt + (\tilde{x}_{s-n} - x_{s-n}^k) \tilde{W}_{s,k} \Big|_{t=T} = 0, \quad s = \overline{n+1, 2n}; \quad k = \overline{1, M}. \quad (10)$$

Второе слагаемое в (10) добавлено для того, чтобы найти решение задачи, приближённо удовлетворяющее условиям (3).

В общем случае весовые функции $W_{s,k}$ и $\tilde{W}_{s,k}$ могут быть выбраны независимо, но из результатов численного решения задачи следует, что удобно взять $\tilde{W}_{s,k} = -W_{s,k}$. Отметим также, что при аппроксимации различных фазовых и сопряжённых переменных можно использовать одинаковые базисные функции:

$$N_{1,k} = N_{2,k} = \dots = N_{n,k} = N_k^x;$$

$$N_{n+1,k} = N_{n+2,k} = \dots = N_{2n,k} = N_k^\psi, \quad k = \overline{1, M}.$$

Соотношения (9), (10) представляют собой систему $2Mn$ линейных алгебраических уравнений относительно такого же числа неизвестных. Решив её, мы определим коэффициенты $a_{j,k}$ и тем самым закончим процесс построения решения уравнений (1), (4), точно удовлетворяющих условиям (2) и приближённо – условиям (3).

Отметим также, что рассмотренный метод может применяться и для решения нелинейных задач. При этом вместо (9), (10) нужно будет решать систему нелинейных алгебраических уравнений вида

$$K(\mathbf{a})\mathbf{a} = \mathbf{f}.$$

11)

Здесь $K(\mathbf{a})$ – матрица жёсткости, зависящая от вектора неизвестных $\mathbf{a}$. Систему (11) необходимо решать тем или иным итерационным методом (в качестве начального приближения удобно взять нулевой вектор).

3. Примеры численного решения задачи.

Пусть материальная точка массы m кг движется прямолинейно под действием некоторой управляющей силы $F(t)$ и силы сопротивления $F_{\text{лин. сопр}} = -kv$, где v – скорость точки. Согласно второму закону Ньютона движение точки описывается уравнением

$$m \frac{d^2 x}{dt^2} = F(t) - kv \tag{12}$$

Введём фазовые координаты $x_1 = x$ (координата точки), $x_2 = dx/dt = v$; и управляющий параметр $u = F(t)/m$. Тогда уравнение (12) можно представить в виде системы двух обыкновенных дифференциальных уравнений

$$\begin{aligned} \frac{dx_1}{dt} &= x_2, \\ \frac{dx_2}{dt} &= -\frac{k}{m}x_2 + u. \end{aligned} \tag{13}$$

В начальный момент времени состояние управляемой системы определяется соотношением

$$\text{при } t = 0 \quad \mathbf{x} = \mathbf{x}^0 = \begin{pmatrix} x_1^0 \\ x_2^0 \end{pmatrix}$$

в конечный момент времени

$$\text{при } t = T \quad \mathbf{x} = \mathbf{x}^\kappa = \begin{pmatrix} x_1^\kappa \\ x_2^\kappa \end{pmatrix}.$$

Из уравнений (13) следует, что матрицы A и B имеют вид

$$A = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 0 & -k/m \end{pmatrix}, \quad B = \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \end{pmatrix}.$$

Введём сопряжённые переменные ψ_1, ψ_2 . Функция Гамильтона-Понтрягина примет вид

$$H = -u^2 + \psi_1 x_2 + \psi_2 \left(-\frac{k}{m} x_2 + u \right).$$

Система дифференциальных уравнений для сопряжённых переменных примет вид

$$\begin{aligned} \frac{d\psi_1}{dt} &= 0, \\ \frac{d\psi_2}{dt} &= -\psi_1 + \frac{k}{m} \psi_2. \end{aligned}$$

При этом оптимальное управление имеет вид

$$u^{\text{опт}} = \frac{\psi_2}{2}. \quad 14)$$

На рис. 1 показаны результаты решения задачи о движении точки под действием управляющей силы и линейной силы сопротивления движению для следующих значений параметров (координата точки измеряется в метрах, скорость – в м/сек): $M = 9$, $T = 4$ сек,

$k/m = 1 \text{ сек}^{-1}$, $\mathbf{x}^0 = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix}$, $\mathbf{x}^\kappa = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix}$. При этом базисные функции имеют вид

$$N_k^x = t^k, \quad N_k^\psi = t^{k-1}, \quad k = \overline{1, M}.$$

15)

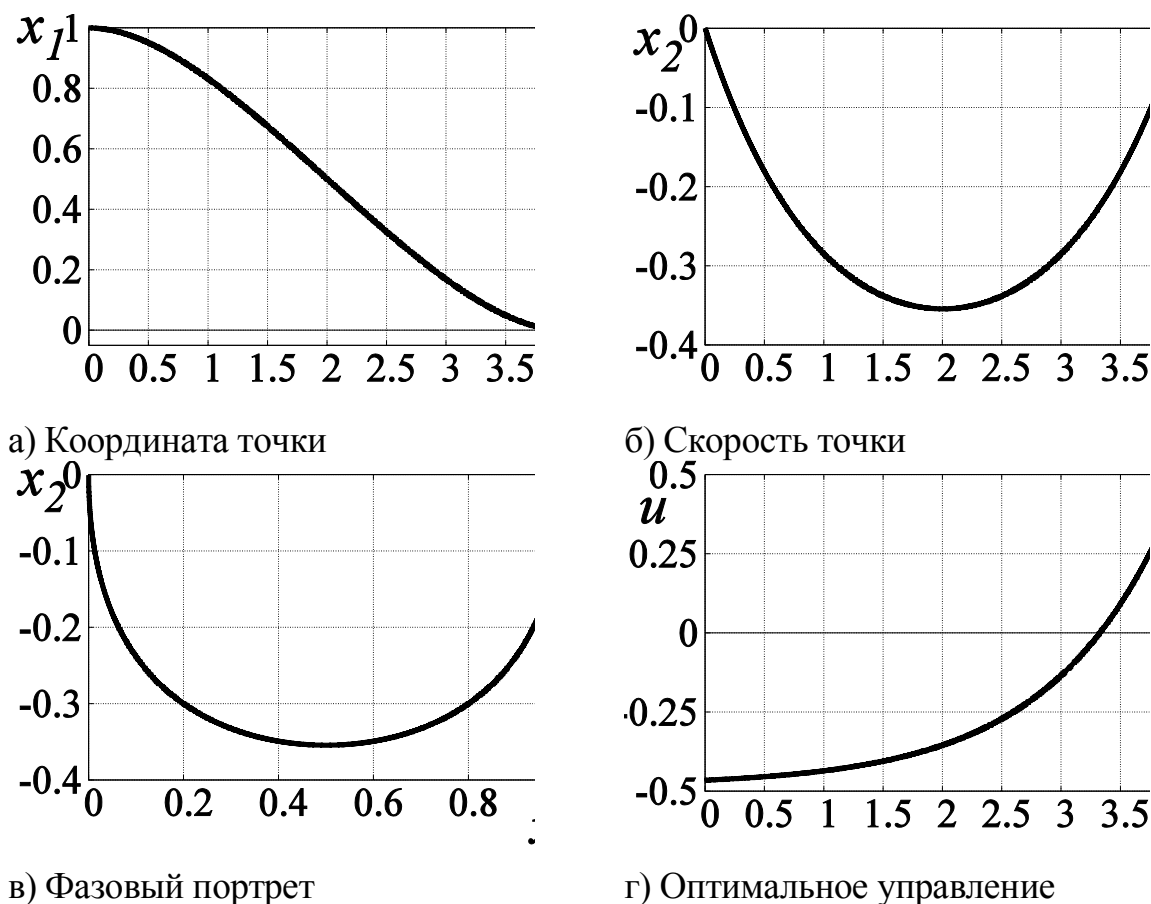


Рис. 1: Управляемое движение точки с учётом линейной силы сопротивления

В табл. 1 приведен закон изменения погрешности определения конечного положения точки в зависимости от числа степенных базисных функций (15) для тех же значений параметров задачи, что и на рис. 1.

Таблица 1: Погрешность определения конечного положения точки

M	$x_1(T)$	$x_2(T)$	$\sqrt{x_1^2(T) + x_2^2(T)}$
1	0	0.375	0.375
2	0	-0.25	0.25
3	$9.104 \cdot 10^{-15}$	-0.1567398	0.1567398
4	$1.505 \cdot 10^{-13}$	-0.0652635	0.0652635
5	$1.344 \cdot 10^{-11}$	-0.0168948	0.0168948
6	$1.752 \cdot 10^{-11}$	-0.0031820	0.0031820
7	$-8.433 \cdot 10^{-9}$	-0.0004913	0.0004913
8	0.0000001	0.0000654	0.0000654
9	-0.0000024	-0.0000077	0.0000080

Отметим что помимо (15) были рассмотрены следующие системы базисных функций (при этом особенно сложно подбирать подходящую систему базисных функций для сопряжённых переменных):

$$N_k^x = (t/T)^k, \quad N_k^y = (t/T)^{k-1}, \quad k = \overline{1, M}.$$

$$N_k^x = \sin kt, \quad N_k^\psi = t^{k-1}, \quad k = \overline{1, M}. \quad 16)$$

17)

Из результатов численного решения следует, что при использовании базисных функций (16) матрица жёсткости системы (9), (10) лучше обусловлена, чем при использовании системы (15). При $M \leq 5$ погрешность определения конечного положения точки меньше, если использовать базисные функции (15), а при $M > 5$ несколько меньшую погрешность дают базисные функции (17).

Отметим также, что при $t = 2$ сек. скорость точки достигает своего минимального значения и $t = 2$ сек. – точка перегиба функции $x_1 = x_1(t)$.

Предположим теперь, что на материальную точку действуют управляющая сила и нелинейная сила сопротивления $F_{\text{нелин.сопр}} = -kv^2$, а на управление u ограничений по-прежнему не наложено.

Очевидно, что система фазовых уравнений в этом случае согласно второму закону Ньютона примет вид

$$\frac{dx_1}{dt} = x_2,$$

$$\frac{dx_2}{dt} = -\frac{k}{m}x_2^2 + u.$$

Легко видеть, что система сопряжённых уравнений будет иметь вид

$$\frac{d\psi_1}{dt} = 0,$$

$$\frac{d\psi_2}{dt} = -\psi_1 + 2\frac{k}{m}x_2\psi_2.$$

При этом оптимальное управление будет по-прежнему иметь вид (14).

На рис. 2 приведены результаты решения задачи о движении точки под действием управляющей силы и квадратичной силы сопротивления движению для следующих значений параметров: $M = 9$, $T = 4$ сек,

$k/m = 1 \text{ сек}^{-1}$, $\mathbf{x}^0 = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix}$, $\mathbf{x}^K = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix}$. (Базисные функции, как и ранее, имеют

вид (15).) Для решения системы уравнений (11) был применён метод простых итераций.

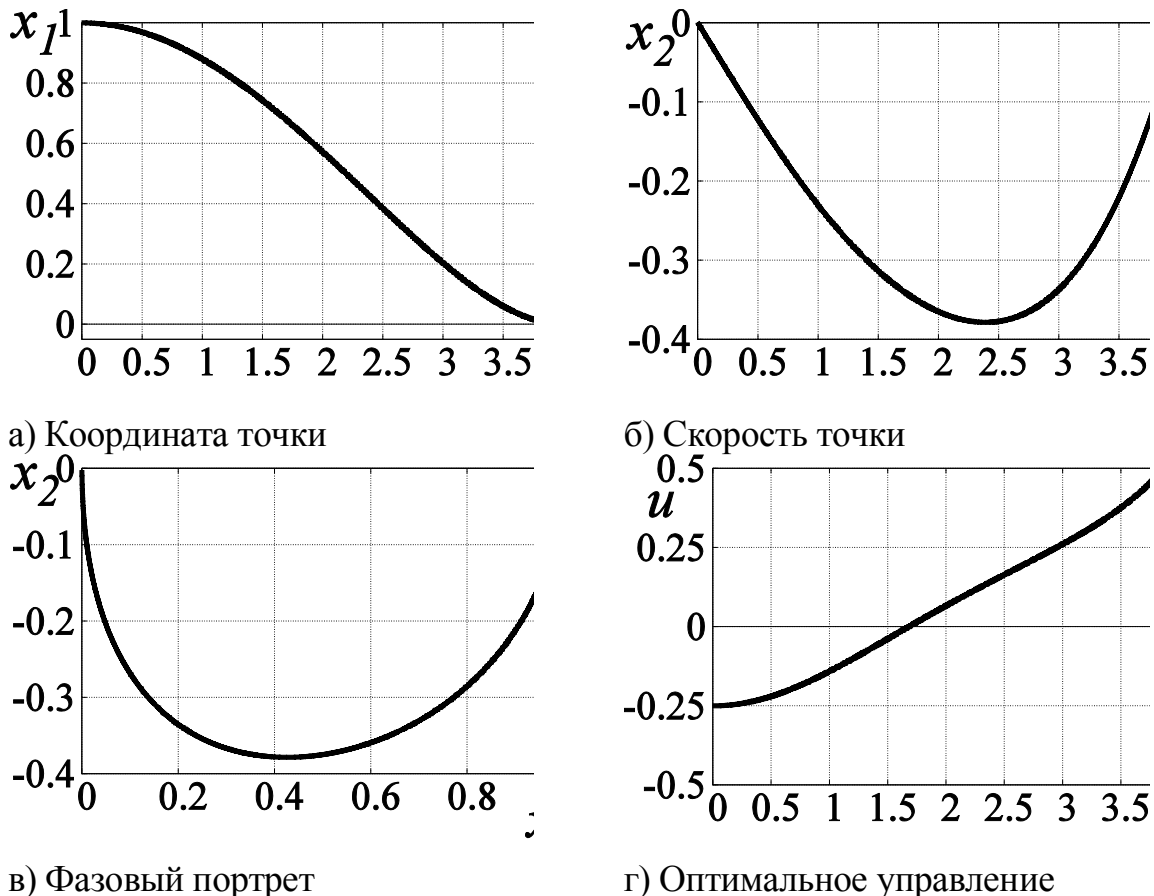


Рис. 2: Управляемое движение точки с учётом квадратичной силы сопротивления

В дальнейшем предполагается применить изложенный выше метод к решению нелинейной задачи оптимальной переориентации орбиты космического аппарата [9, 10].

Библиографический список

1. Панкратов И. А. Решение задач оптимального управления методом взвешенных невязок // Математика. Механика. 2014. № 16. С. 117-120.
2. Панкратов И. А. Применение метода Галёркина к решению линейных задач оптимального управления // Изв. Саратов. ун-та. Нов. сер. Сер. Математика. Механика. Информатика. 2014. Т. 14, вып. 3. С. 340-349.
3. Понтрягин Л. С., Болтянский В. Г., Гамкрелидзе Р. В., Мищенко Е. Ф. Математическая теория оптимальных процессов. М.: Наука, 1983. 393 с.
4. Ройтенберг Я. Н. Автоматическое управление. М.: Наука, 1971. 396 с.
5. Федоренко Р. П. Приближенное решение задач оптимального управления. М.: Наука, 1978. 488 с.
6. Васильев Ф. П. Численные методы решения экстремальных задач. М.: Наука, 1988. 552 с.
7. Моисеев Н. Н. Численные методы в теории оптимальных систем. М.: Наука, 1971. 424 с.
8. Зенкевич О., Морган К. Конечные элементы и аппроксимация. М.: Мир, 1986. 318 с.

9. Челноков Ю. Н., Панкратов И. А. Переориентация орбиты космического аппарата, оптимальная в смысле минимума интегрального квадратичного функционала качества // Мехатроника, автоматизация, управление. 2010. № 8. С. 74-78.

10. Челноков Ю. Н., Панкратов И. А. Переориентация круговой орбиты космического аппарата с тремя точками переключения управления // Мехатроника, автоматизация, управление. 2011. № 1. С. 70-73.

~ I.A. Pankratov

~ **About one method for solving optimal control problems**

~ **Abstract.** In this paper the optimal control problem is considered. Duration of the controlled process is fixed. It is necessary to minimize the functional that characterizes energy consumption. A method of constructing an approximate solution based on the Galerkin method is proposed. Examples of numerical solutions of the problem are given. In this paper we develop the results obtained in [1, 2].

~ **Keywords:** optimal control, Galerkin method.

УДК 681.31

Г.В. Петрухнова, К.В. Ашихмин

ГОО ВПО Воронежский государственный технический университет,
Воронеж, Россия

УДАЛЕННОЕ УПРАВЛЕНИЕ МОБИЛЬНЫМИ УСТРОЙСТВАМИ

Аннотация. Цель работы – исследование возможностей передачи информации между мобильными устройствами, функционирующих на различных программно-аппаратных платформах. Рассматривается программный комплекс для осуществления удаленного управления мобильными устройствами и передачи данных между ними. Созданный программный комплекс рассчитан на использование владельцами двух мобильных устройств.

Ключевые слова: мобильное устройство, операционная система, программное обеспечение, клиентская и серверная логики программного обеспечения, Android, iOS, Bluetooth, BLE, GATT, Profile, Service, Characteristic.

В современном мире у большинства людей есть мобильные устройства, а именно смартфоны. На рынке представлено большое количество различных моделей. Большинство из которых работают на базе

операционных систем Android от Google, iOS от Apple и Windows Phone от Microsoft. Часть из этих людей используют сразу два или более аппаратов, но одновременно следить за всеми из них сложно. Для таких пользователей является актуален программный комплекс по удаленному управлению несколькими мобильными устройствами, работающими на одной или различных платформах. Рассмотрим возможности передачи информации между мобильными устройствами, функционирующих на различных программно-аппаратных платформах. Результаты этого исследования помогут понять архитектурные особенности разработанного программного комплекса, а также особенности его функционирования.

На рынке программных средств в настоящее время представлено множество операционных систем для работы на смартфонах: Android, iOS, Windows Phone, BlackBerry OS, Symbian OS, Tizen, MeeGo, Ubuntu Phone и прочие. Согласно исследованию проведенному компанией DazInfo во втором квартале 2014 года основную часть рынка занимают 4 операционные системы: Android, iOS, Windows Phone и BlackBerry[1]. При этом распределение ОС на рынке следующее: Android – 84.60%, Apple iOS – 11.9%, Windows Phone – 2.70%, BlackBerry OS – 0.60%, другие – 0.20%. Исходя из результатов исследования, параметров ОС и их текущего состояния для функционирования программного комплекса были выбраны две операционные системы: Android и iOS.

Основной необходимой функцией для работы программного комплекса является передача данных между устройствами. Существует множество способов обмена информацией между мобильными устройствами. Рассмотрим самые популярные из них и выберем тот способ, который будем использовать в проекте.

Передача через интернет – самый распространенный метод, который позволяет передавать всевозможные данные посредством выхода с мобильного устройства во всемирную паутину. При этом данные передаются на сервер сервиса, а потом отправляются на целевое устройство. Плюсами такого подхода является возможность отправлять информацию на любое расстояние (не требуется держать устройства рядом) и практически любые объемы. Минусами являются необходимость иметь постоянное соединение с сетью Интернет, задержки при передаче контента, а так же использование посредника при отправке данных.

Передача в одной Wi-Fi сети – данный способ лишен некоторых минусов предыдущего, таких как необходимость использования стороннего сервера и нужды иметь интернет-подключение. В тоже время оба устройства должны быть подключены к одной сети. Поэтому для работы необходимо наличие внешней точки доступа, что присутствует не во всех местах, соответственно приложениями не всегда можно будет пользоваться.

Wi-Fi Direct – стандарт, позволяющих двум и более Wi-Fi устройствам общаться друг с другом без маршрутизаторов и хот-спотов. Данный метод позволяет передавать данные напрямую между устройствами, ему не нужны внешние факторы. Но данный способ так же не подходит для использования в разрабатываемом программном комплексе, так как из-за ограничений одной из выбранных ОС, а именно Apple iOS, невозможно создать подключение и передавать данные между платформами, что является основным функционалом проекта.

Bluetooth — спецификация беспроводных персональных сетей, которая обеспечивает обмен информацией между устройствами, когда они находятся в радиусе до 10 метров друг от друга (дальность сильно зависит от преград и помех), даже в разных помещениях. Посредством данного подключения так же нет возможности обмениваться информацией, за исключением одной из версий спецификации. Таким способом является BLE – Bluetooth Low Energy.

Протокол Bluetooth с низким энергопотреблением предназначен, прежде всего, для миниатюрных электронных датчиков (использующихся в спортивной обуви, тренажёрах, миниатюрных сенсорах, размещаемых на теле пациентов и т. д.). Низкое энергопотребление достигается за счёт использования особого алгоритма работы. Передатчик включается только на время отправки данных, что обеспечивает возможность работы от одной батарейки типа CR2032 в течение нескольких лет. Стандарт предоставляет скорость передачи данных в 1 Мбит/с при размере пакета данных 8-27 байт. В новой версии два Bluetooth-устройства смогут устанавливать соединение менее чем за 5 миллисекунд и поддерживать его на расстоянии до 100 м. Для этого используется усовершенствованная коррекция ошибок, а необходимый уровень безопасности обеспечивает 128-битное AES-шифрование. Данный метод позволяет передавать информацию между различными платформами, а также обладает и преимуществами: низкое энергопотребление и большое расстояние перед данными.

Для реализации программного комплекса совместим два метода передачи: основной функционал будет работать через протокол Bluetooth с низким энергопотреблением, а для передачи больших объемов данных будет использоваться первый способ – интернет-соединение и отправка файлов на промежуточный сервер.

По философии программного комплекса под каждую из выбранных платформ будет по одному приложению, которое может работать как сервер и как клиент. При этом разделение будет использоваться только для установления связи между устройствами, все функции и команды будут выполняться вне зависимости от того, как подключено устройство, с условием того, поддерживается ли запрошенный функционал целевой платформой.

Согласно терминологии Bluetooth Low Energy, серверное устройство будет периферийным, а клиентское – центральным. Такое именование происходит из того принципа, что по спецификации все периферийные устройства работают как серверы и отправляют о себе данные, а клиент, которым может выступать смартфон, планшет или компьютер, может быть один и принимать данные со всех подключенных к нему устройств.

Информация внутри приложения будет отправляться посредством широковещательных сообщений. Приёмник широковещательных сообщений — это компонент для получения внешних и внутренних событий и реакции на них. Инициализировать передачи могут любые приложения или службы.

При разработке программного комплекса [2] создано и использовано несколько сервисов BLE, каждый из которых реализует некоторый функциональный блок.

Функционал «Состояние батареи» предоставляет возможность отслеживать состояние серверного устройства с клиентского. Для поддержки данной функции необходимо реализовать сервис, через который будет отправляться текущий уровень заряда аккумулятора. В iOS для отслеживания состояния батареи необходимо включить отслеживание состояния в приложении и оформить подписку на событие изменения состояния аккумулятора. Система через центр уведомлений посылает сообщение в приложение, в котором получаем уровень заряда батареи.

Посредством реализации функционала «Поиск устройства» можно, отправляя команду на сервер, найти утерянное устройство. При приеме команды на поиск мобильное устройство начинает воспроизводить громкую мелодию, чтобы привлечь внимание.

Функционал «Управление музыкальным проигрывателем» позволяет запускать и останавливать воспроизведение аудио потока на серверном устройстве, отправляя команды с клиента.

Интерфейс состоит из нескольких окон.

В окне выбора режима работы приложения пользователю предлагается выбрать режим сервера или клиента. При выборе клиента открывается окно сканирования, а при выборе сервера сразу осуществляется переход на главный экран.

Окно сканирования отображает устройства, к которым можно подключиться для управления. Отображаются те устройства, на которых запущено серверное приложение.

В окне главного экрана выводится информация о подключенном устройстве (например, состояние батареи) и панель управления им.

Рассмотрим основные элементы интерфейса. Для их отображения в концепции материального дизайна в приложении выбирается несколько цветов: основной, основной затемненный, и акцентный. Панели приложения, большие блоки заполняются фоном с основным цветом, статусная панель —

основным затемненным. Акцентным цветом выделяются ключевые элементы на странице, такие как важные поля, кнопки основных действий и тд. В качестве основного цвета был выбран оранжевый с HEX-кодом #FF5722. Затемнённый основной цвет - это #DD2C00. В качестве акцентного цвета использован зеленый с кодом #4CAF50.

На устройствах под управлением ОС Android в разрабатываемом продукте в клиентском режиме первым на экране отображается экран сканирования. На данном экране содержится несколько ключевых элементов (рисунок 1). Первый элемент – кнопка поиска, которая имеет круглую форму и обычно размещается в правом нижнем углу с отступом в 16 dp. Совместно с кнопкой может использоваться индикатор активности, который сообщает об активном процессе поиска совместимых устройств. После завершения поиска пропадает индикатор и изображение лупы меняется на галочку (рисунок 2). Если в процессе поиска были найдены одно или более устройств, то они отображаются в списке найденных устройств. Каждое устройство отображается своим блоком, который содержит название устройства и его MAC-адрес.

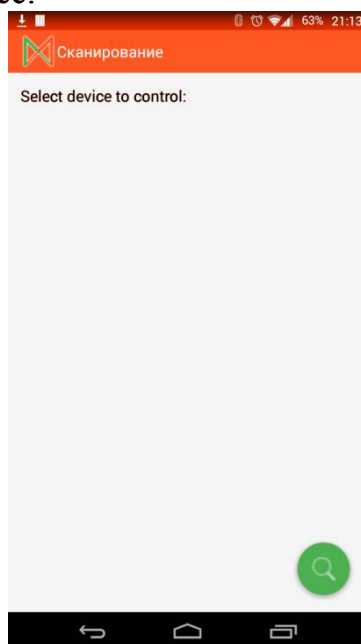


Рисунок 1 – Экран сканирования

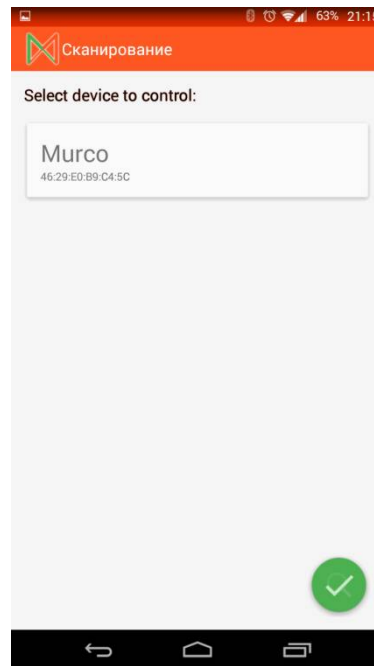


Рисунок 2 – Поиск завершен

Стилизация блоков устройств производится с помощью концепции карточек. Карточками называют области пространства интерфейса приложения, которые содержат конкретную информацию. Они служат для того, чтобы визуально отличить различные объекты на экране.

В случае, если при поиске не было найдено ни одно устройство, то для пользователя отображается соответствующее сообщение, содержащее также просьбу проверить серверное устройство, так как клиентское приложение не смогло его найти.

После выбора необходимого устройства открывается окно управления (рисунок 3). Данный экран так же построен на основе карточной концепции формирования пользовательского интерфейса, но в отличии от прошлого случая тут используются карточки разного типа и формы.

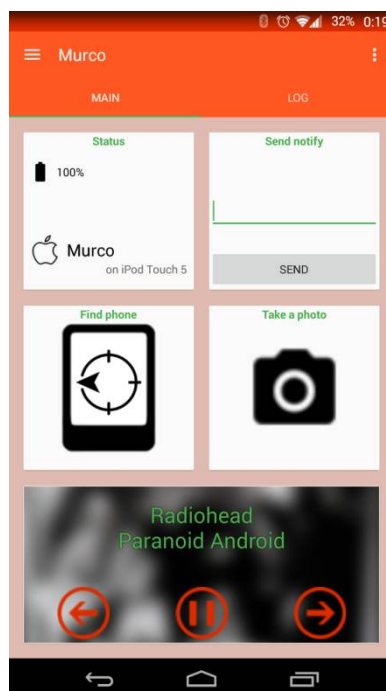


Рисунок 3 - Окно управления устройством

На первой карточке отображает основная информация о подключенном устройстве. На ней содержатся сведения об аккумуляторной батарее, имени устройства, которое задается в настройках серверного приложения и официальном названии аппаратной платформы, на которой запущен сервер программного комплекса.

На второй карточке предоставляется возможность отправить текстовое уведомление на подключенное устройство. Блок представляет собой текстовое поле ввода и кнопку отправки сообщения. При нажатии на кнопку идет отправка сообщения, и при успешной отправке происходит очистка поля для ввода, а также на кратковременный промежуток появляется изображения галочки, что информирует пользователя о том, что сообщение передано адресату.

Третьей карточкой реализован функционал поиска серверного устройства. При клике на данном блоке на сервер отправляется команда на воспроизведение звука, а в клиенте к данной карточке применяется анимация вибрации, для того, чтобы уведомить пользователя о том, что серверное устройство находится в режиме индикации его режима. При повторном нажатии или получении сообщения о том, что устройство найдено, анимация останавливается.

Посредством четвертого блока можно на серверное устройство отправить команду на создание фотоснимка на камеру серверного устройства. Команда работает как удаленный спуск. При нажатии на блок на нем производится анимация затвора фотокамеры.

Пятая карточка позволяет осуществлять управление удаленным проигрывателем. На нем располагаются три кнопки «Предыдущая звуковая дорожка», «Следующая звуковая дорожка» и кнопка переключения состояния воспроизведения, которая меняет своё изображения от текущего состояния сервера. Также на данной карточке отображается исполнитель и название текущей воспроизводимой музыкальной дорожки. В качестве фона используется изображение исполнителя, которое подвергается процедуре размытия для того, чтобы текст и графические кнопки были хорошо различимы на фоновом изображении. При смене исполнителя автоматически скачивается из сети интернет-изображение, происходит обработка и установка фона на карточку. В пользовательском интерфейсе так же присутствуют вкладки, на которых содержатся важные экраны. Первый экран – основной, а на второй вкладке отображается логирование всех действий приложений, таких как подключение устройства, прием сообщений о статусе, отправка сообщений (рисунок 4).

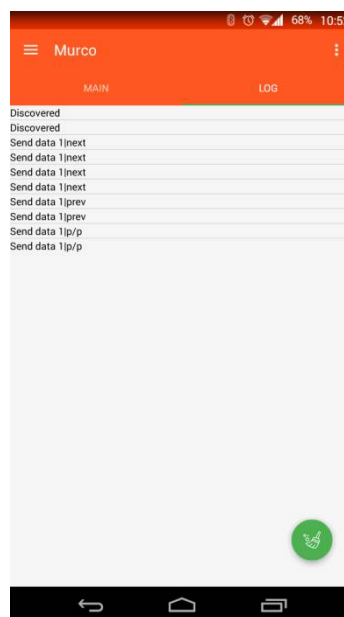


Рисунок 4 – Вкладка «Логирование»

Второй уровень навигации представляет собой навигационную панель, которая скрыта от пользователя большую часть времени. Пользователь может раскрыть её, если проведет пальцем от левого края экрана или кликнет на кнопку меню в левом верхнем углу. В этом функционале расположены такие пункты меню как домашний экран, информация о приложении, настройки и возможность отключиться от текущего устройства (рисунок 5).

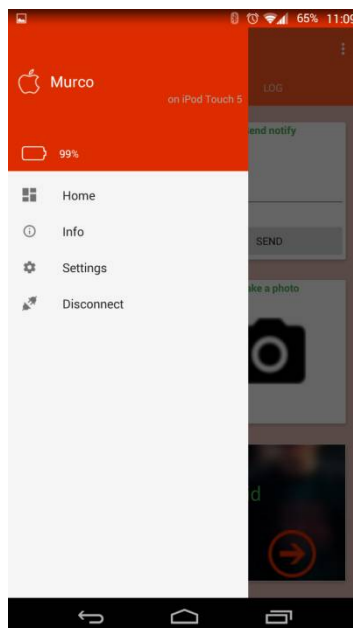


Рисунок 5 – Навигационная панель

Реализация интерфейса приложения под устройства, работающие под управлением операционной системы iOS компании Apple, может быть представлена несколькими экранами - главным экраном и экраном настроек.

Главный экран состоит из панели управления музыкальным проигрывателем, двух карточек: запуска камеры для работы удаленного спуска с подключенного устройства и списка входящих сообщений, а также названия подключенного устройства (рисунок 6).

На фон окна устанавливается изображение исполнителя текущей музыкальной дорожки, которое скачивается из сети Интернет и подвергается процедуре размытия.

На карточке входящих сообщений отображаются все сообщения, отправленные с клиентского устройства через функцию отправки уведомлений. В сообщениях может быть какой-либо текст или ссылка на ресурс в сети Интернет.

На втором экране находятся настройки приложения (рисунок 7), где пользователю предоставляется поле ввода имени устройства, которое будет отображаться при поиске на клиентском устройстве, что позволит серверные устройства отличить друг от друга. Для сохранения настроек приложения реализована кнопка, по нажатию на которую происходит сохранение настроек, перезапуск сервера и закрытие окна настроек.

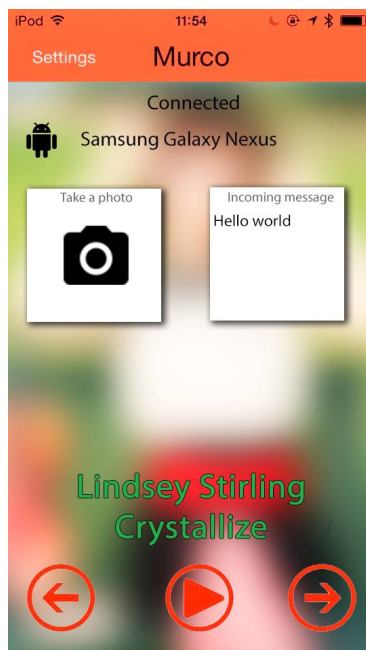


Рисунок 6 – Главное окно iOS приложения

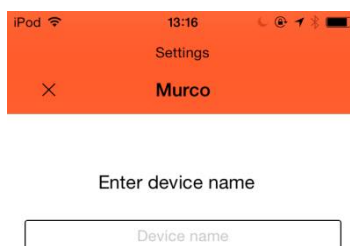


Рисунок 7 – Настройки приложения

Таким образом, в программном комплексе реализован следующий функционал: отображение уведомлений на удаленном устройстве; получение состояния о батарее устройства; передача текстовой информации; выполнение фотоснимков; управление медиа-плеером; поиск устройства. Разработанный программный комплекс позволяет пользователю более удобно управлять несколькими мобильными устройствами.

Библиографический список

1. <http://davidsonbelluso.com/android-achieves-massive-85-market-share-2014/>
2. https://developer.apple.com/library/prerelease/ios/documentation/CoreBluetooth/Reference/CBPeripheralManager_Class/index.html

G.V. Petruchnova, K.V. Ashihmin

Remote control of mobile devices

Abstract. Purpose is to study possibilities of information transfer between mobile devices running on different hardware and software platforms. The software complex for the implementation of remote management from mobile devices and transfer data between them are considered. Created software complex are designed for use by owners of two mobile devices.

Keywords: mobile device, operating system, software, client and server logics of software, Android, iOS, Bluetooth, BLE, GATT, Profile, Service, Characteristic.

УДК 681.31

Г.В. Петрухнова, М.Д. Кол, С. Ю. Саурин

ГОУ ВПО Воронежский государственный технический университет,
Воронеж, Россия

СТОХАСТИЧЕСКОЕ ТЕСТИРОВАНИЕ ПРОГРАММ

Аннотация. Цель статьи – исследование методики стохастического тестирования программ по принципу «годен – не годен». Структура стохастических тестов оптимизируется на основе энтропийного моделирования.

Ключевые слова: стохастическое тестирование, энтропийное моделирование, принцип максимума энтропии, программное обеспечение, дефекты программного обеспечения.

В настоящее время вопросам тестирования программного обеспечения уделяется все больше внимания, как со стороны производителей программного обеспечения (ПО), так и со стороны научной общественности. Потребность в решении задач тестирования программного обеспечения возникает при создании практически каждого программного продукта. При этом подходы к их решению могут существенно отличаться в зависимости от характеристик ПО, подлежащего тестированию. Несмотря на то, что роль тестирования на первый взгляд может показаться не очень значительной, процесс тестирования программного обеспечения представляет собой столь же неотъемлемую часть разработки, как и проектирование.

Под контролем программного средства понимается информационная операция [1], [2] тестирования, при которой на входы программного средства подаётся совокупность входных воздействий (входных параметров), а с других каналов (внутренних и/или выходных) снимаются и фиксируются реакции на эти воздействия с целью выявления дефектов.

Рассмотрим тестирование программных продуктов по принципу «годен – не годен». Для этого случая подходящей является модель «черного ящика», при которой рассматриваются системные характеристики программ и игнорируется их внутренняя логическая структура. Исчерпывающее тестирования для такой модели, как правило, невозможно. Тестирование «черного ящика» (функциональное тестирование) позволяет получить комбинации входных данных, обеспечивающих проверку всех функциональных требований к программе. Он обеспечивает поиск следующих категорий ошибок: некорректных или отсутствующих функций; ошибок интерфейса; ошибок во внешних структурах данных или в доступе к внешней базе данных; ошибок характеристик (необходимая емкость памяти и т.д.); ошибок инициализации и завершения и др.

Следуя методологии тестирования модели типа «черный ящик», будем считать, что поведение программы можно определить только исследованием её входов и выходов. Задача нахождения наиболее информативных тестовых наборов решается путем оптимизации распределения вероятностей входных сигналов. Получаемое в результате близкое к оптимальному распределение вероятностей входных сигналов используется для генерации случайной последовательности, представляющей собой набор тестовых воздействий. Поскольку распределение вероятностей близко к оптимальному, то такая последовательность состоит из наиболее информативных тестовых наборов.

Применительно к тестированию ПО можно утверждать, что множество входных наборов, наиболее близкое к оптимальному на фиксированном временном интервале (или при фиксированном количестве тестовых воздействий), порождает тестовую последовательность, обладающую наибольшим структурным разнообразием. Иными словами, на фиксированном временном интервале должны получить тестовую последовательность имеющую максимум энтропии распределения вероятностей входных сигналов [3], [4], [5].

Допустим, имеется объект контроля – программа, оперирующая цифрами. Будем считать, что каждый вход программы - это совокупность одноразрядных каналов. Другими словами входные параметры и результаты выполнения программы будут представлены как совокупности битовых переменных. Пронумеруем в удобной для разработчика тестов все входные каналы. Таким же образом пронумеруем выходы программы. Пусть программа имеет L битовых входов и K битовых выходов, т.е. входные параметры и результаты выполнения программы представлены в двоичной

системе счисления (т.е. переформатированы в бинарные значения). В результате после подачи на программу некоторых входных воздействий получим матрицу, образующие выходную реакцию:

$$Y = \begin{pmatrix} y_{11} & y_{12} & \dots & y_{1K} \\ y_{21} & y_{22} & \dots & y_{2K} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ y_{N1} & y_{N2} & \dots & y_{NK} \end{pmatrix}$$

При этом y_{ij} – это значение, принимаемое j -тым каналом после подачи i -того входного набора; $(y_{i1} \ y_{i2} \ \dots y_{iK})$ – выходная реакция программы на i -тое тестовое воздействие.

Пусть входы программного модуля являются независимыми и имеют различный вес (т.е. при стохастическом тестировании на эти входы с различной вероятностью подаются битовые константы, равные единице). Таким образом, имеется вектор весов $u=(u_1, \dots, u_L)$. Пусть $q_i(u)$ – вероятность появления на i -том выходе программного продукта единичной битовой константы, $i=0, \dots, K$.

Таким образом, рассматривается следующая задача оптимизации распределения вероятностей входных сигналов при случайном тестировании программного модуля: требуется найти вектор $u^*=(u_1^*, \dots, u_L^*)$, лежащий в области допустимых значений $u^* \in U^L = \{u=(u_1, \dots, u_L) / 0 < q_i(u) < 1, i=1, \dots, L\}$, где q_i – частота появления на i -том выходе программного продукта единичной битовой константы, при котором целевая функция H имеет минимальное значение.

$$H = \sum_{i=1}^K (q_i \cdot \ln(q_i) + (1 - q_i) \cdot \ln(1 - q_i))$$

Для работы алгоритма оптимизации необходимо оценить вероятности появления единичной битовой константы на каждом выходе программы и вероятность появления единичной битовой константы в выходе. Для их оценки достаточно оценить вероятность появления единичной битовой константы на каждом выходе по ее относительной частоте с достоверностью 0.95 и погрешностью не более 0.03. Для этого требуется выборка, содержащая около 1000 входных наборов.

В качестве объектов для исследования методики тестирования были выбраны шесть программ, реализованных на языке C#. Три программы моделируют логику работы цифровых устройств. Остальные три программы – это умножение матриц, сортировка массива и вычисления среднего арифметического.

В качестве класса возможных ошибок рассматривались ошибки вычислений. При этом предполагалось, что "дефект" может возникнуть на любом участке тестируемой программы. Для представленных программ

строились тестовые последовательности, проверяющие дефекты процесса вычислений. Эффективность представленной методики оценивалась исходя из длины тестовой последовательности, покрывающего рассматриваемые дефекты.

Исследование показали хорошие результаты для дефектов, обнаруживаемых на малом числе тестовых воздействий. Если существует большое множество тестовых воздействий, каждое из которых выявляет рассматриваемый дефект, то оптимизация структуры теста не актуальна. В случае программ с большим количеством входных и выходных параметров задача оптимизации распределения вероятностей входных сигналов при случайном тестировании программного модуля будет иметь большую размерность. Для контроля таких сложных объектов целесообразно предварительно разбивать их на подсистемы. Процесс тестирования программного модуля в этом случае сведется к контролю каждой подсистемы по отдельности.

Библиографический список

1. Бондаревский, А.С. Метрология информационных операций. Теория рисков [Текст]/ А.С. Бондаревский. - Электронная техника. Сер.Микроэлектроника, 1996. N 1(150). С.71-86
2. Бондаревский, А.С. Системные основания операций измерения, контроля, испытаний [Текст]/ А.С. Бондаревский, Г.В. Петрухнова. - Законодательная и прикладная метрология, 2002. N1. С.50-64.
3. Петрухнова, Г.В. Разработка математического обеспечения специализированных систем контроля цифровых узлов на основе автоморфизмов тестовых последовательностей. Диссертация на соискание учёной степени кандидата технических наук [Текст]/ Г.В. Петрухнова. - Воронеж: ВГТУ, 1999. 137с
4. Петрухнова, Г.В. Синтез критериев качества тестов внутрисхемного контроля на основе принципа минимума симметрии [Текст]/ Г.В. Петрухнова. - Труды МАИ. Отделение микроэлектроники и информатики. Вып. 2. Москва, Зеленоград. НПК «Научный центр», 1997. С.357-363.
5. Петрухнова, Г.В. Синтез тестов внутрисхемного контроля цифровых устройств [Текст]/ Г.В. Петрухнова. - Воронеж: ВГТУ, 2013. Т.9. № 6-1. С. 17-19.

G.V. Petruchnova, M.D. Kol, S.Y. Saurin

Stochastic testing of programmes

Abstract. The aim of the paper is to study the stochastic methods of testing programs on the principle of "pass / fail". Structure of stochastic tests is optimized based on modeling the entropy.

Keywords: stochastic testing, entropy modeling, entropy maximum principle, software, software defects

УДК 004.5

С.Л. Подвальный, В.Ф. Барabanов, А.В. Ачкасов

Воронежский государственный технический университет, Воронеж,
Россия**РАЗРАБОТКА КОНЦЕПЦИИ ПРОБЛЕМНО-ОРИЕНТИРОВАННОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ КОМПОНЕНТ СИСТЕМЫ БЕСШОВНОЙ ИНТЕГРАЦИИ ДАННЫХ**

Аннотация. В статье представлены этапы и компоненты создания концепции проблемно-ориентированного программного обеспечения компонент системы бесшовной интеграции данных.

Ключевые слова: интеграция данных, концепция, программное обеспечение

1. Формирование концепции «бесшовной» интеграции специализированных систем с использованием модели данных и интегрированных БД

PLM-решения являются комплексными программными решениями. В связи с чем при интеграции их с внешним ПО нельзя использовать единый метод интеграции. Для интеграции разработанного ПО с PLM-решениями должны быть использованы отдельные функциональные особенности следующих методов интеграции:

- интеграция платформ: удаленный вызов процедур и использование ПО промежуточного слоя;
- интеграция данных;
- интеграция приложений: использование прикладных интерфейсов и работа с сервис-ориентированной архитектурой;
- интеграция на уровне корпоративных приложений;
- интеграция на уровне пользовательских интерфейсов;
- интеграция бизнес-процессов.

Следует отметить, что совместное использование отдельных элементов различных методов не противоречит базовым требованиям по организации взаимодействия и функционирования программных систем. Данное решение интеграции позволит сформировать единую базу данных между PLM-решением и программной системой, с обеспечением полноценного функционального взаимодействия между ними. Отдельные аспекты интеграции позволят сделать взаимодействие ПО между собой без прямого участия пользователя, что само по себе не характерно ни для одного из первоначальных методов. Таким образом, использование составной системы

интеграции позволит обеспечить бесшовную интеграцию с формированием единой графической базы данных.

Бесшовная интеграция – обеспечение взаимодействия двух и более программных систем с «упрощением» пользовательского влияния на обмен данными между системами, за счёт формирования структурированной совместно используемой базы данных; «встраивания» средств трансляции, преобразования и передачи данных в исходное программное решение, с сохранением его стабильности и целостности; создание и использование межмодульных интерфейсов.

2. Разработка схемы взаимодействия графических интерфейсов программного обеспечения на основе функциональной схемы взаимодействия подсистем и модульной структуры системы

Сформирована функциональная схема информационного обеспечения поддержки управленческих решений (рис. 1). В информационной системе выделены подсистемы и их функциональные модули, приведённые ниже.

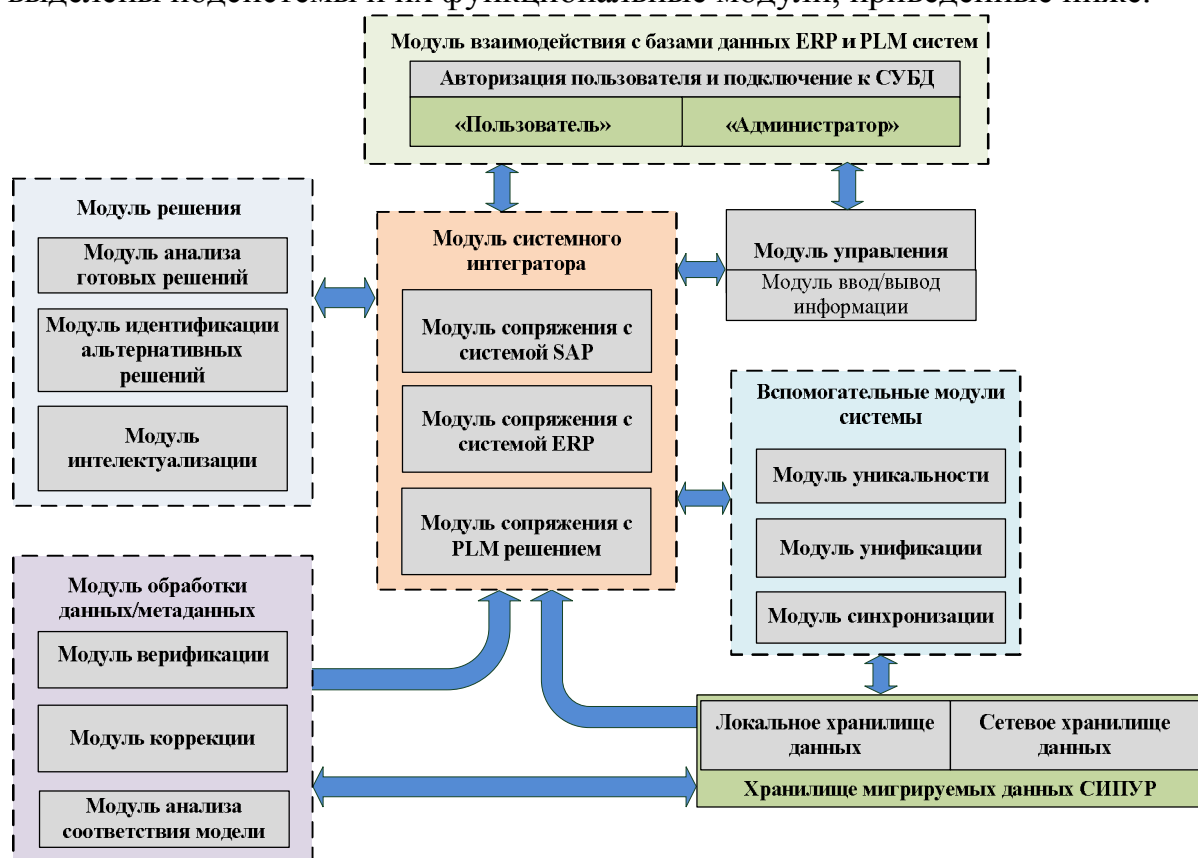


Рис. 1. Функциональная схема взаимодействия подсистем

Система взаимодействия с БД предназначена для подключения к СУБД, отображения, создания и коррекции структуры метаданных.

Система комплексного контроля и коррекции предназначена для формирования исходной информации системы. Верификация проводится

для проверки структуры модели на соответствие задаваемым параметрам, по её результатам создаётся отчет. В соответствии со значением отчёта, может выполняться коррекция модели данных. Результирующая модель заносится в БД.

Модуль системы синхронизации с ERP системой и PLM-решением предоставляет возможность обмена данными между модулями комплекса и внешними интегрируемыми программными решениями.

В разработанной программно-информационной системе использованы интерактивные средства человеко-машинного интерфейса, обеспечивающие комплексный подход к синхронизации мигрируемых данных управленческих решений для ERP и PLM решений. С применением модульной структуры программно-информационного обеспечения реализована схема организации человеко-машинного интерфейса, отображающая основные графические формы системы и схему связи между ними.

В графических формах реализованы следующие функциональные возможности:

1. Графическая форма «Интегратор проектов» - обеспечивает функции выбора источника внешних данных с дальнейшей их трансляцией в систему СИПУР.

2. Графическая форма «Взаимодействие с внешними системами» – обеспечивает взаимодействие с системами планирования, сопровождения и поддержки жизненного цикла с возможностью прямой трансляции данных и обеспечивая синхронизацию двусторонний обмен данными интегрированной БД с БД внешних систем.

3. Графическая форма «Главная форма» – обеспечивает функции предоставления пользовательских данных, организация доступа к другим формам системы, обеспечение сервисных функций.

С применением модульной структуры и функциональной схемы взаимодействия подсистем СИПУР разработана схема функционального взаимодействия с ERP системами и PLM-решениями.

Интеграция с ERP и PLM основывается на использовании унифицированных наборов данных для всех видов наборов данных и бизнес моделей, что делает процесс проектирования сквозным, «облегчает» этапы проектирования и дальнейшей поддержки, и формирует комплексный подход к процессу принятия управленческих решений.

3. Разработка графического интерфейса программной системы

Разработанная программная система построена с применением архитектуры Model-view-controller (MVC, «Модель-представление-поведение», «Модель-представление-контроллер»). MVC — схема применения нескольких шаблонов проектирования, с помощью которых

модель данных ПО, пользовательский интерфейс и взаимодействие с пользователем делятся на три отдельных, частично обособленных компонента так, что модификация одного из компонентов оказывает минимальное воздействие на остальные.

В базе конструктивной модели MVC заложена идея: чёткое разделение ответственности за разные виды функционирования в приложении. Данная схема проектирования (рис. 2) часто применяется для построения универсального архитектурного каркаса.

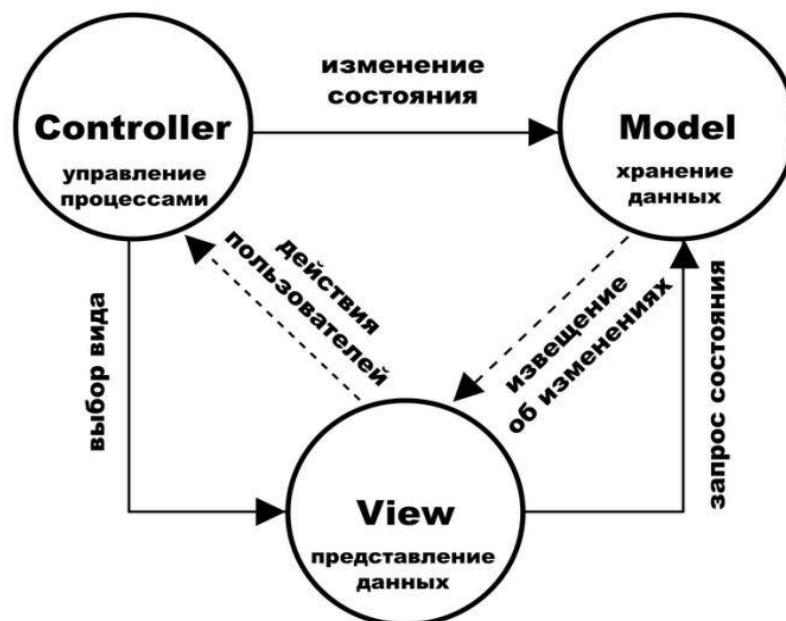


Рис. 2. Схема взаимодействия компонентов архитектуры MVC

Сплошными линиями отображены явные связи (вызовы методов, присвоение значений полей), пунктирными линиями показаны условные связи (сообщения через события).

Основная цель использования данной концепции состоит в разделении бизнес-логики от ее визуализации. Выделим основные блоки разрабатываемой интерактивной системы с учетом архитектуры MVC.

Модель. Содержит в себе базу данных и представляет собой данные и правила, используемые для работы с этими данными, что является концепцией управления приложением. Можно к одной модели присоединить несколько видов, не затрагивая при этом реализацию модели.

Представление данных, вид. Отвечает за визуализацию данных. В качестве вида разработанное приложение использует систему окон, предназначенную для ввода и отображения информации, набор кнопок и меню.

Контроллер - формирует связь между пользователем и системой; обеспечивает контроль ввода данных пользователем и использует модель и

представление для реализации необходимой ответной реакции. Для реализации контроллера использован известный аппарат событий. При каждом изменении внутренних данных модели, она оповещает все зависящие представления с последующим их обновлением. И, наоборот, при обработке реакции пользователя, вид выбирается в зависимости от нужной реакции контроллера обеспечивающего ту или иную связь с моделью.

Следствием такой архитектуры, в отличие от других, является высокая гибкость программного средства, чёткое разделение логики представления и логики приложения. Еще одним плюсом такого подхода является возможность разработки модулей для системы сторонними разработчиками. Такие модули могут расширять и добавлять функциональность программному средству.

Поддержка различных типов пользователей, которые используют различные типы устройств, является общей проблемой современности. Предоставляемый интерфейс должен различаться, если запрос приходит с персонального компьютера или с мобильного телефона. Модель возвращает одинаковые данные, единственное различие заключается в том, что контроллер выбирает различные виды для вывода данных.

Помимо изолирования видов от логики приложения, концепция MVC существенно уменьшает сложность больших приложений. Код получается гораздо более структурированным, и, тем самым, облегчается поддержка, тестирование и повторное использование решений.

Разработка программного средства выполнена в среде NetBeans IDE 7.0.1 с использованием NetBens Platform. Данная платформа в совокупности с подходом MVC позволяет разработать надежное, гибкое и расширяемое приложение. Кроме того, программные средства, разработанные с использованием NetBeans являются кроссплатформенными и созданное на нем приложение выглядит одинаково на любых операционных системах (Windows, Linux, Mac OS), что исключает проблемы связанные с портированием.

Подсистема решения задачи трансляции состоит из нескольких модулей (рис. 3). Сплошными линиями показаны прямые зависимости модулей, пунктирными – связи модулей с использованием «слабых связей» и шаблона проектирования «пользователь».

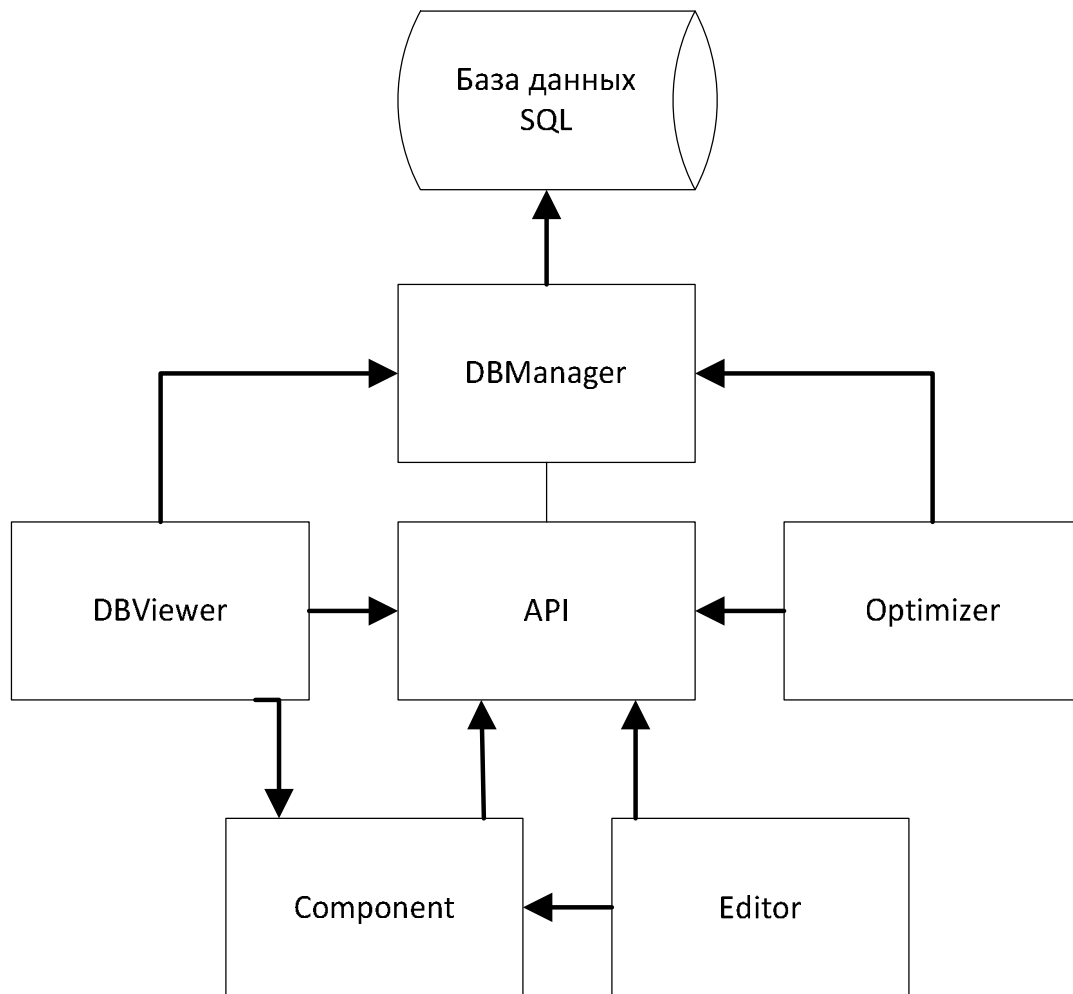


Рис. 3. Модульная структура подсистемы

Модуль API (application programming interface) - интерфейс программирования приложений, представляющий собой набор готовых классов, процедур, функций, структур и констант, предоставляемых приложением для использования во внешних программных продуктах.

Модуль API предопределяет функциональность, которую предоставляет разработанная программа, при этом модуль обеспечивает абстрагирование от того, как эта функциональность реализована.

Главная форма- то, что видит пользователь при запуске приложения, из нее происходит вызов всех остальных частей программы.

Модуль настройки приложения. Для каждого консольного модуля который требуется запустить есть отдельный модуль настройки приложения. В них задаются аргументы запуска командной строки, такие как количество узлов нейронной сети, метод интерполяции и т.д.

Модуль запуска консольных приложений. Этот модуль запускает процесс с выбранными параметрами в модуле настройка приложений

Модуль вывода результатов. Представляет собой форму в виде консольного приложения. В эту форму производится вывод информации о результате работы приложения запуске приложения.

Модуль построения графиков. Строит графики по данным из XML-файла. Графики строятся по выбранным параметрам для осей X и Y.

Справочная информация. Предоставляет информацию о программе.

4. Генерация алгоритма автоматической загрузки классов моделей управляющей системы, допускающий наращивание функциональности системы за счет интегрируемых приложений

Основываясь на концепции MVC, сформирована структура каталогов приложения: App – каталог содержит основной код программы; App/Core – каталог содержит базовые классы; App/Model – каталог содержит «модели»; App/View – каталог содержит «представление»; App/Controller – каталог содержит «контроллеры»; App/Libs – каталог содержит дополнительные библиотеки; Web – каталог содержит файлы доступные из сети и единую точку входа index.php.

В современных веб-приложениях часто используется концепция единой точки входа, она сводится к тому, что все запросы к серверу приложения переадресовываются на один файл, который, на основании параметров запроса, координирует дальнейшее поведение скрипта. Данный подход дает большие преимущества, как на этапе создания, так и на этапе поддержки проекта, в связи с кардинальным уменьшением избыточности кода, а для приложений, манипулирующих динамическим контентом, единая точка входа — это универсальное решение.

Для того, чтобы начать работать с приложением пользователю следует, используя веб-браузер и перейти по URL адресу приложения.

Единая точка входа для всех запросов обрабатываемых приложением описывается в файле Web/index.php.

Листинг единой точки входа:

```
require_once('../App/Autoload.php');  
IPList_Core_Route::start();
```

Управление передается статическому методу start() класса IPList_Core_Route. В этом методе происходит выбор «контроллера» и «действия», которому соответствует текущий запрос пользователя.

Управление передается выбранному «действию» соответствующего «контроллера». В качестве параметров определяющих «контроллер» и «действие», используются значения переменных controller и action, которые передаются пользователем с помощью HTTP GET запроса. Если же переменные controller и action не были переданы пользователем, то используется значение по умолчанию, определенное в файле конфигурации.

Все «контроллеры» приложения являются наследниками базового абстрактного класса `IPList_Core_Controller`:

```
abstract class IPList_Core_Controller
{
    protected $ _view;
    function __construct()
    {
        $this->_view = new IPList_Core_View();
    }
}
```

В базовом абстрактном классе `IPList_Core_Controller`, устанавливается защищенная переменная `_view`, которая является объектом класса `IPList_Core_View`.

Класс `IPList_Core_View` отвечает за отображение информации пользователю, полученной от «контроллера». А сам «контроллер» получает требуемую информацию от «моделей», которые возвращают контроллеру результирующие данные.

В данной программе используется автоматическая загрузка классов, это удобно тем, что программист освобождается от рутинных задач подключения файлов с классами перед созданием объектов, что улучшает читаемость исходного кода и уменьшает вероятность возникновения ошибок.

Автоматическая загрузка описана в файле `Autoload.php` и организована с использованием функции `spl_autoload_register()`.

```
spl_autoload_register(array('IPList_Autoload', 'load'));
```

Регистрирует метод `load` класса `IPList_Autoload` в качестве автоматического загрузчика классов.

Листинг `IPList_Autoload`

```
class IPList_Autoload
{
    const PACKET_NAME = 'IPList';
    public static function load($className)
    {
        $pathParts = explode('_', $className);
        if ($pathParts[0] == self::PACKET_NAME) {
            unset($pathParts[0]);
            //Преобразование имени в путь
            $path = implode('/', $pathParts);
            //Описание пути
            $path = __DIR__ . DIRECTORY_SEPARATOR . $path . '.php';
            if (!file_exists($path))
                throw new Exception('Класс ' . $className . ' не найден');
            include_once($path);
        }
    }
}
```

```
}  
}
```

Каждый класс разрабатываемого приложения начинается с префикса IPList, это сделано для того, чтобы можно было использовать классы данного приложения в других приложениях повторно и не иметь конфликтов имен.

Оставшаяся часть имени класса представляет собой фактически путь до файла, содержащего требуемый класс, для преобразования имени класса в путь, достаточно заменить «_» на «/» и добавить в конец расширение «.php»

Алгоритм автоматической загрузки классов, реализованный в методе load() класса IPList_Autoload представлен на рис. 4.

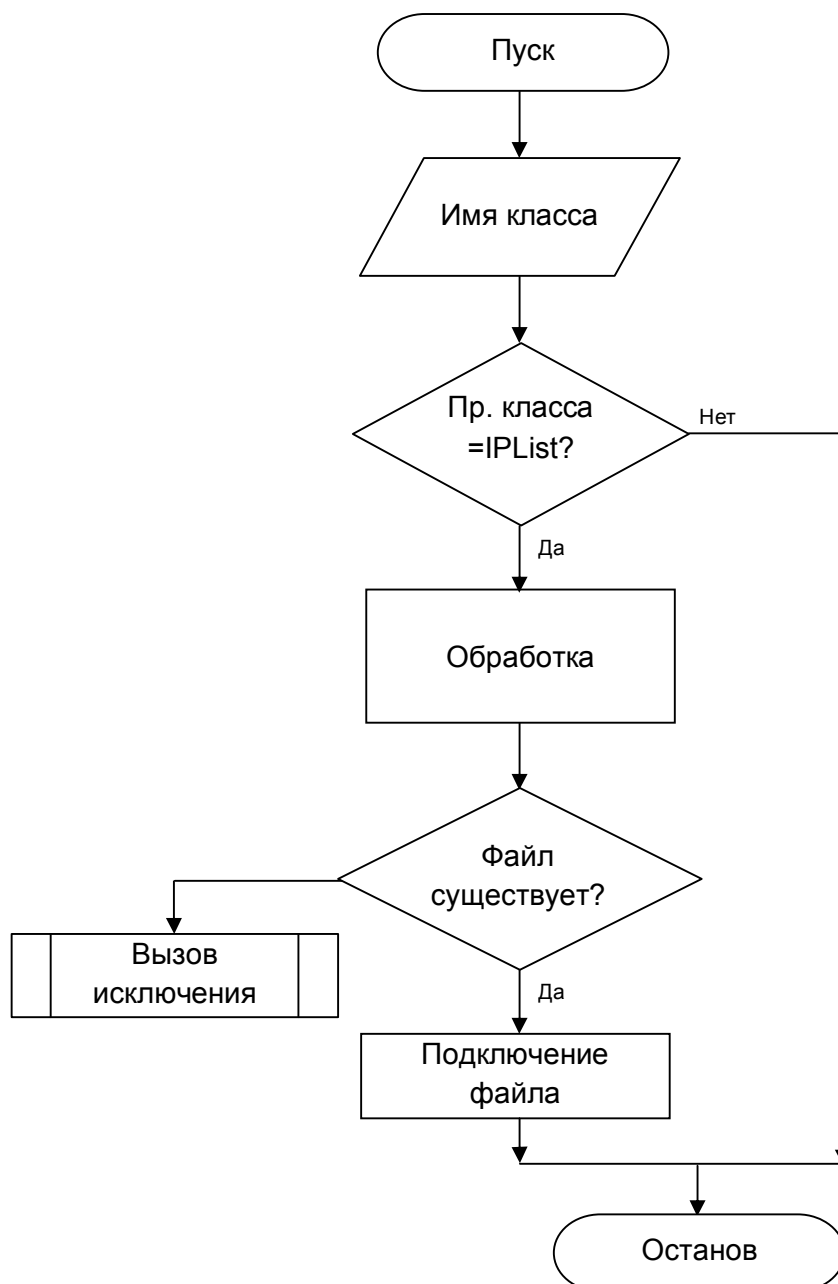


Рис. 4. Алгоритм автоматической загрузки классов

Универсальный интерфейс для доступа к базам данных – PHP Data Objects. В данной программе доступ к базе данных реализован через интерфейс PDO.

PHP Data Objects(PDO) – легкий интерфейс для доступа к базам данных в языке PHP. Он может работать с большинством баз данных, такими как MS SQL ,Firebird, MySQL , Oracle, PostgreSQL , SQLite и другими. С помощью PDO можно создавать приложения полностью независимые от типа базы данных, при этом есть возможность использовать большую часть функционала баз данных, например создание подготовленных выражений или транзакции. В том случае, если данный функционал не поддерживается базой данных, PDO эмулирует эту функцию своими средствами, тем самым никак не нарушая логику программы.

Использование шаблона проектирования Singelton для организации доступа к соединению с базой данных. Архитектура паттерна Singleton основана на идее использования глобальной переменной, имеющей следующие важные свойства: такая переменная доступна всегда (время жизни глобальной переменной - от запуска программы до ее завершения); предоставляет глобальный доступ (такая переменная может быть доступна из любой части программы).

Однако, использовать глобальную переменную некоторого типа непосредственно невозможно, так как существует проблема обеспечения единственности экземпляра, а именно, возможно создание нескольких переменных того же самого типа (например, стековых).

Для решения этой проблемы паттерн Singleton возлагает контроль над созданием единственного объекта на сам класс. Доступ к этому объекту осуществляется через статическую функцию-член класса, которая возвращает указатель или ссылку на него. Этот объект будет создан только при первом обращении к методу, а все последующие вызовы просто возвращают его адрес. Для обеспечения уникальности объекта, конструкторы и оператор присваивания объявляются закрытыми.

Соединение с базой данных через соответствующий дескриптор уникально. Необходимо иметь постоянный доступ к созданному дескриптору базы данных, т.к. каждый раз при запросе открывать и закрывать соединение во время загрузки страницы ресурсоемко.

Для этого используется паттерн Singleton. Класс IPlist_Db реализует паттерн Singelton и предоставляет доступ к дескриптору базы данных во всех местах программы:

```
class IPlist_Db
{
    private static $db = NULL;
    public static function getInstance()
    {
```

```

if (empty(self::$db)) {
/*
* Подключение к базе данных.
*/
}
return self::$db;
}
}

```

Выводы

1. С применением подходов бесшовной интеграции программных систем разработана схема функционального взаимодействия с системами планирования, сопровождения и поддержки жизненного цикла.
2. С применением архитектуры Model-view-controller разработаны графические интерфейсы модулей программно-информационного обеспечения, обеспечения бесшовной интеграции СИПУР с ERP и PLM системами, в соответствии с функциональными особенностями разработанных алгоритмов подсистем.
3. Предложена структура специального проблемно-ориентированного программного обеспечения, содержащая интегрированные модули контроля, коррекции, верификации и визуализации модели транслируемых данных, отличающаяся интеграцией с широким кругом систем принятия решений и сопровождения жизненного цикла.

Библиографический список

1. Архангельский А.Я. Программирование в C++ Builder 6/А.Я. Архангельский. 2-е изд. – М.: ООО «Бином-Пресс», 2005. 1168 с
2. Ачкасов А.В., Кравец О.Я. Проблемы оценки запросов типа «к лучших» в вероятностных базах данных// Экономика и менеджмент систем управления, №2.3(16), 2015. – С. 320-329.
3. Ачкасов А.В., Кравец О.Я., Подвальный Е.С. Моделирование минимизации межинтерфейсных потерь при многофазном проектировании// Радиотехника. 2014. № 3. С. 116-119.
4. Ачкасов А.В., Кравец О.Я., Скляров В.В. Повышение эффективности функционирования единого корпоративного информационного пространства с использованием мультиверсионной обработки данных// Системы управления и информационные технологии. 2014. Т. 55. № 1. С. 43-47.
5. Ачкасов А.В., Минаков Л.М. Математическое и программное обеспечение исследования межмодульных интерфейсов информационных систем// Экономика и менеджмент систем управления. 2014. Т. 12. № 2.3. С. 348-354.
6. Ачкасов А.В., Смерек В.А., Подвальный С.Л. Проектирование математического и программного обеспечения отказоустойчивых сложных функциональных блоков микроэлектроники специального назначения/ под ред. С.Л.Подвального. - Воронеж, 2014.
7. Концептуальный подход к бесшовной интеграции управленческих систем / В.В. Сафронов, В.Ф. Барабанов, С.Л. Кенин, В.М. Питолин // Системы управления и информационные технологии. - 2013. - Вып. 3(53). - С. 95-99.

8. Минаков С.А. Автоматизация процесса восстановления пространственных моделей по видам ортогональных проекций / С.А. Минаков, В.Ф. Барабанов, В.В. Сафронов, С.Л. Кенин// Системы управления и информационные технологии. 2011. Вып. 4.1 (46). С. 159-162.

9. Пашковская Е.С., Пашковский М.Е., Барабанов А.В., Ачкасов А.В. Разработка модели базы данных распределенной системы оценки стойкости полупроводниковых изделий в защищенном исполнении// Вестник Воронежского государственного технического университета. 2014. Т. 10. № 4. С. 22-24.

10. Подвальный С.Л. Многоальтернативные системы: обзор и классификация // Системы управления и информационные технологии. — №48, Вып. 2. — 2012. — с. 4-13.

11. Подвальный С.Л. Обзор и классификация многоальтернативных систем // Информационные технологии моделирования и управления. — №74, Вып. 2. — 2012. — с. 104-121.

12. Проблемы трансляции графических данных САД-систем / С.Л. Кенин, В.Ф. Барабанов, А.М. Нужный, Н.И. Гребенникова // Вестник Воронежского государственного технического университета.- 2013. - Т. 9. - № 3.1. - С. 4-8.

~ S.L.Podvalny, V.F.Barabanov, A.V.Achkasov

~ **Development of the job oriented software concept for system components of a seamless data integration**

~ **Abstract.** In article stages and components of the job oriented software concept creation for the system components of a seamless data integration are provided.

~ **Keywords:** integration of data, concept, software

УДК 004.421

Э.Е. Прудников, А.В. Барабанов, Н.И. Гребенникова

ГОУ ВПО Воронежский государственный технический университет,
Воронеж, Россия.**РАЗРАБОТКА МОДУЛЯ АДМИНИСТРИРОВАНИЯ ДЛЯ
ИНФОРМАЦИОННОЙ БАЗЫ 1С:ПРЕДПРИЯТИЕ 8.**

Аннотация. В статье рассмотрен функционал модуля администрирования в информационной базе учета корреспонденции. Данный модуль разработан с использованием библиотеки стандартных подсистем, использование которой позволяет сократить время разработки за счет использования типовых схем программирования.

Ключевые слова: администрирование, служебные обработки, библиотека стандартных подсистем, информационная база.

В современном мире любая информационная база требует периодического добавления новых пользователей, предоставления существующим пользователям новых прав доступа, обеспечение целостности данных и т.д. Данные задачи решает администратор информационной системы.

Для облегчения и упрощения работы администраторов применяются различные сторонние сервисные программы, но чаще всего блок (модуль) администрирования встраивают в базу еще на этапе разработки [1].

В данной статье рассмотрен модуль администрирования, разработанный для конфигурации контроля почтовой корреспонденции на базе 1С:Предприятие 8. Данный модуль разработан с использованием библиотеки стандартных подсистем, использование которой позволяет сократить время разработки различных модулей, за счет использования типовых схем программирования [4].

При разработке модуля администрирования было принято решение разделить весь реализуемый функционал на три раздела:

- поддержка и обслуживание;
- настройка пользователей и прав;
- общие настройки.

Каждый раздел отвечает за группу определенных настроек. Так раздел «Поддержка и обслуживание» в свою очередь разделен на дополнительные группы:

Сервисный. В данную группу выведены такие функции как «Журнал регистрации», «Активные пользователи», «Блокировка работы

пользователей», «Удаление помеченных объектов», т.е. функции которыми администратор информационной базы пользуется постоянно.

Регламентные операции. В данной группе реализованы возможности планирования и запуска регламентных заданий, установки периода рассчитанных итогов, заполнение и оптимизация агрегатов, обновление и очистка индекса полнотекстового поиска, возможность настройки автоматического удаления помеченных объектов по расписанию.

Резервное копирование и восстановление. Группа для запуска процедур создания резервной копии, восстановления данных из файлов резервной копии и модуль настройки резервного копирования.

Классификаторы. Данная группа предназначена только для загрузки курсов валют за указанный период с сайта РБК.

Защита персональных данных. Группа для настройки регистрации событий доступа в соответствии с требованиями Федерального закона от 27.07.2006 №152-ФЗ «О персональных данных» и просмотра обращений к персональным данным выбранных объектов программы.

Корректировка данных. Группа для группового изменения реквизитов и табличных частей различных объектов, поиска и удаления похожих элементов справочников по заданным условиям (удаление дублей).

Работа с контрагентами. Группа, позволяющая проверять данные контрагентов с помощью веб-сервиса ФНС в ЕГРН (Едином государственном реестре налогоплательщиков). В настоящее время сервис работает в тестовом режиме, но ФНС рекомендует добавлять данную проверку во все решения, где обрабатывается информация по контрагентам.

Раздел «Настройка пользователей и прав» на дополнительные группы не разделен. Он включает в себя все функции по администрированию и настройке доступа пользователей информационной базы. В данном разделе реализованы следующие возможности:

- ведение списка пользователей, которые работают с программой;
- объединение пользователей в группы;
- групповая настройка прав доступа;
- формирование шаблонов настроек прав доступа пользователей;
- копирование пользовательских настроек между учетными записями;
- управление пользовательскими настройками отчетов, внешнего вида программы и прочими настройками;
- удаление настроек у всех или выбранных пользователей;
- предоставление удаленного доступа партнерам или внештатным сотрудникам к программе;
- ведение списка внешних пользователей, которым предоставлен удаленный доступ к программе.

Раздел «Общие настройки» также как и первый раздел функционально разделен на группы:

Общее. В данной группе настраивается заголовок программы и часовой пояс.

Контактная информация. В данной группе настраиваются классификация контактной информации различных объектов системы.

Дополнительные реквизиты и сведения. Группы, в которой имеется возможность включения и настройки добавления реквизитов и сведений к объектам программы.

На рисунке 1 представлена часть раздела «Поддержка и обслуживание».

Для реализации модуля администрирования была разработана одна обработка «Панель администрирования» с несколькими формами (по одной форме на каждый раздел). Из данной обработки реализован вызов дополнительных сервисных обработок (под каждую задачу разрабатывалась своя сервисная обработка).

Ниже представлен список наиболее интересных сервисных обработок:

- журнал регистрации (обработка фиксирует основные действия, выполняемые по модификации данных, выполнению регламентных операций, подключению и отключению от программы и т.д.);
- активные пользователи (обработка позволяет просмотреть список подключенных на текущий момент пользователей, получить информацию о времени подключения, активности, компьютере с которого произошло подключение и т.д.);
- блокировка работы пользователей (обработка позволяет временно заблокировать работу пользователя или группы пользователей, чтобы можно было провести сервисные работы с информационной базой);
- удаление помеченных объектов (обработка производит поиск помеченных на удаление объектов и их удаление, в случае если на данные объекты нет активных ссылок);
- регламентные и фоновые задания (обработка позволяет настраивать различные регламентные операции, запускать принудительно, просмотреть отчет о выполнении выбранной операции и т.д.);
- управление итогами и агрегатами (позволяет обновить итоги и агрегаты регистров для ускорения работы информационной базы);
- резервное копирование ИБ (обработка позволяет выполнить резервное копирование информационной базы из пользовательского режима);
- настройка резервного копирования ИБ (обработка позволяет настроить расписания резервирования ИБ);
- загрузка курсов валют (данная обработка считывает данные по курсам валют за период с сайта РБК);

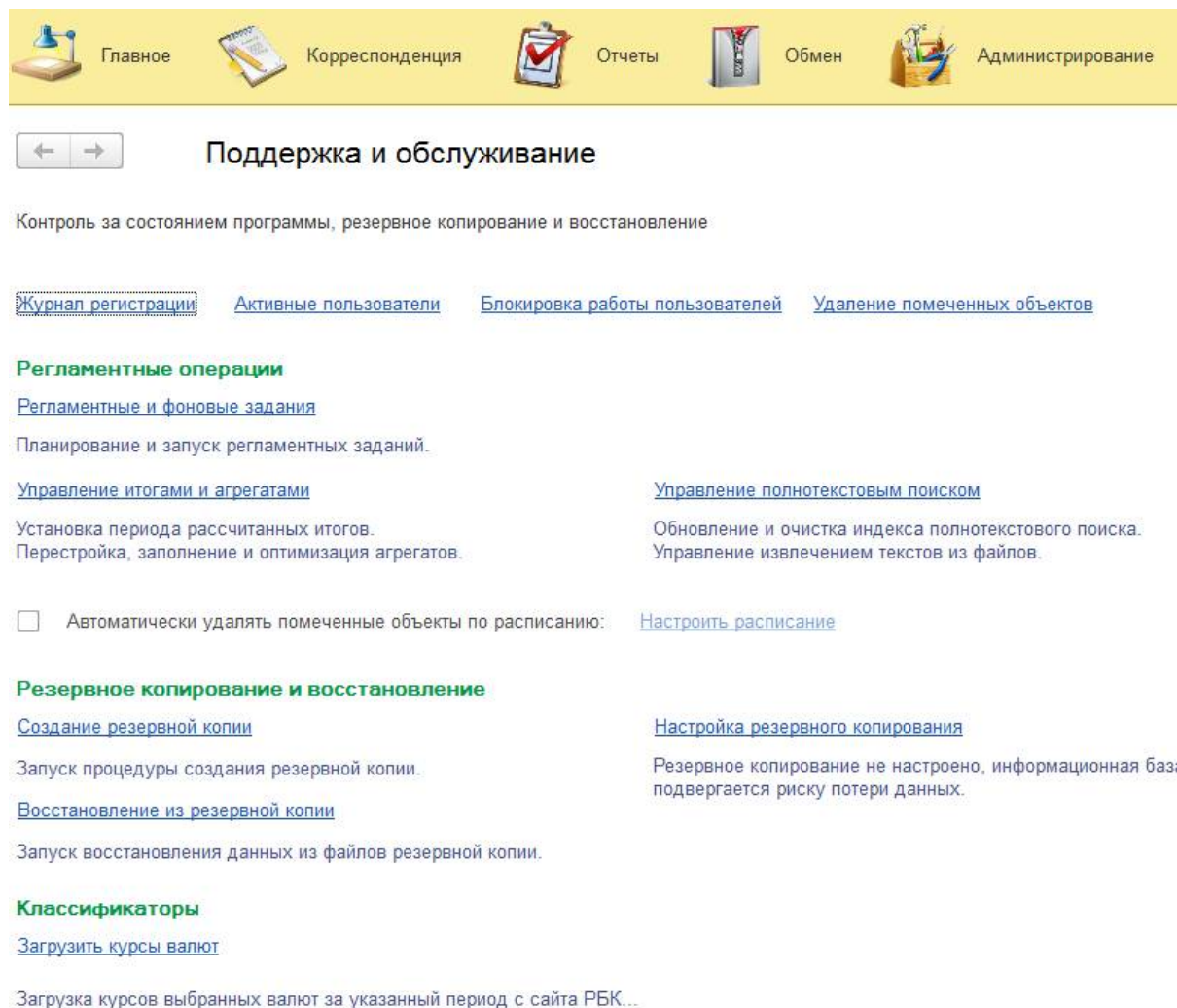


Рисунок 1 – Раздел «Поддержка и обслуживание»

- защита персональных данных (обработка, которая позволяет настроить уровень регистрации доступа к данным и регистрирует события доступа данным в соответствии с требованиями 152-ФЗ);
- групповое изменение реквизитов (позволяет одновременно корректировать данные большого количества объектов);
- поиск и замена дублей (обработка, которая позволяет найти дубли в справочниках, сделать замену ссылок и удалить лишние элементы);
- настройки пользователей (обработка позволяет настроить права доступа пользователей, внешний вид форм и отчетов для пользователя) и др.

Модуль администрирования проектировался таким образом, чтобы его можно было легко интегрировать в любую другую информационную базу с минимальными доработками конфигурации [3].

На рисунке 2 представлена обработка по регистрации доступа к персональным данным. Согласно Федеральному закону от 27.06.2006 №152-ФЗ «О персональных данных» и подзаконным актам в программе реализована регистрация следующих событий [2]:

- вход в программу;
- выход из программы;
- аутентификация;
- отказ в аутентификации;
- доступ к персональным данным;
- отказ в доступе к персональным данным.

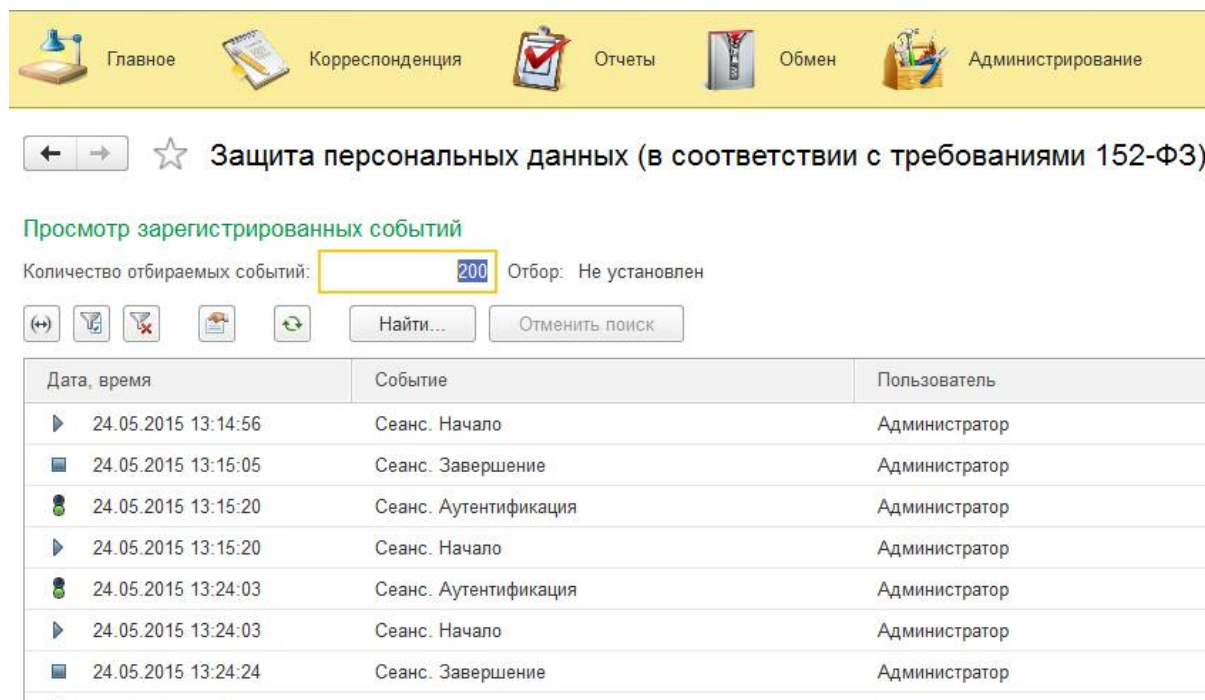


Рисунок 2 – Регистрация событий доступа к данным

Регистрация почти всех событий (кроме событий доступа к персональным данным) в программе выполняется по умолчанию. Для регистрации событий доступа к персональным данным физических лиц и контрагентов администратору программы необходимо только включить соответствующую функцию в модуле администрирования (дополнительно никаких действий не требуется).

При использовании данного модуля работа администратора ИБ сильно упрощается, т.к. имеется большое количество функций, которые автоматизируют часто выполняемые операции.

Библиографический список.

1. Ажеронок, В.А. Профессиональная разработка в системе «1С:Предприятие 8» [Текст] / В.А. Ажеронок, А.П. Габеев, Д.И. Гончаров, Д.В. Козырев, Д.С. Кухлевский, А.В. Островерх, М.Г. Радченко, Е.Ю. Хрусталева. – 2-е изд. – М.: ООО «1С-Публишинг», 2012. – 1373 с.
2. Баймакова, И.А. Обеспечение защиты персональных данных [Текст] / И.А. Баймакова, А.И. Новиков, А.И. Рогачев, А.Х. Хыдыров. – 3-е изд. – М.: ООО «1С-Публишинг», 2011. – 268 с.

3. Гончаров, Д.И. Технологии интеграции «1С:Предприятия 8.2» [Текст] / Д.И. Гончаров, Е.Ю. Хрусталева. – М.: ООО «1С-Паблишинг», 2011. – 358 с.
4. Радченко, М.Г. Инструменты для создания тиражируемых приложений «1С:Предприятия 8.2» [Текст] / М.Г. Радченко, Е.Ю. Хрусталева. – М.: ООО «1С-Паблишинг», 2011. – 194 с.

Е.Е. Prudnikov, A.V. Barabanov, N.I. Grebennikova.

Development of modules administration for information base 1С:Enterprise 8.

Abstract. The article describes the functionality of the Administration module in the database of accounting correspondence. This module is designed using a library of standard subsystems, the use of which can reduce development time by using standard programming schemes

УДК 004.021

С.А. Рыков, А.А. Филатов

Воронежский государственный технический университет, Воронеж, Россия.

**ПОСТРОЕНИЕ XML-ПАРСЕРА НОМЕНКЛАТУРНЫХ ЕДИНИЦ
ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ЗАГРУЗКИ
ТОВАРОВ В ИНТЕРНЕТ-МАГАЗИН.**

Анотация. В данной статье рассматривается проблематика построения парсера xml-документа содержащего номенклатурные единицы и группы, для формирования данных в рамках интернет-магазина, реализованного в среде CMS Joomla с использованием компоненты JoomShopping.

Ключевые слова: XML, PHP, Joomla, XPath, MySQL.

В современном деловом мире во всех сферах деятельности объемы информации, с которыми приходится сталкиваться организациям, просто колоссальны. От того, в какой степени организация способна извлечь максимум из имеющейся в ее распоряжении информации, зависит успех. Залог успеха - в построении эффективных информационных системах учета различных областей бизнес-процесса. Актуальность выбранной проблематики заключается в том, что бы предоставить клиентам красивую и удобную «обложку» в условиях ярко выраженной конкуренции, которая является решающим фактором при выборе поставщика товаров и услуг. При анализе спроса рынка, был выявлен общий интерес использования интернет-магазинов в условиях заказов товаров и услуг покупателей. Особую

популярность на рынке проектировщиков завоевала «!Joomla» при построении подобных web-оболочек.

CMS Joomla – система управления содержимым, написанная на языках PHP и JavaScript, использующая в качестве хранилища базу данных MySQL. Является свободным программным обеспечением, распространяемым под лицензией GNU GPL. CMS Joomla включает в себя различные инструменты для изготовления веб-сайта. Важной особенностью системы является минимальный набор инструментов при начальной установке, который дополняется по мере необходимости. Если компания планирует на базе своего интернет-ресурса построить интернет-магазин, то без использования компоненты JoomShopping данное действие реализовать не возможно, по причине прямой связки данных сред.

Компонента JoomShopping не имеет стандартной процедуры взаимодействия с внешней средой, не поддерживает выгрузку и загрузку данных, но в свою очередь, встраивается в основную базу данных web-сайта. Иными словами контекст интернет-магазина необходимо формировать в режиме администрирования web-сайтом добавляя каждую позицию вручную, определяя атрибуты каждой номенклатурной единицы интернет-магазина. При наличии большого числа товаров (услуг) данное действие превратится в рутинное занятие, избежать которое можно только средством построения взаимодействия данной компоненты с внешней средой, используя загрузку данных в формате xml-файлов.

XML-файлы и файлы других расширений, основанные на языке XML, получили очень широкое распространение, по причине кроссплатформенности. Целью создания XML было обеспечение совместимости при передаче структурированных данных между разными системами обработки информации, особенно при передаче таких данных через Интернет. Словари, основанные на XML (например, RDF, RSS, MathML, XHTML, SVG), сами по себе формально описаны, что позволяет программно изменять и проверять документы на основе этих словарей, не зная их семантики, то есть, не зная смыслового значения элементов. Важной особенностью XML также является применение так называемых пространств имён. Тело документа XML состоит из элементов разметки (markup) и непосредственно содержимого документа - данных (content). Именно по причине кроссплатформенности и удобства формирования групп данных в рассматриваемой структуре и было принято решение построить парсер данных номенклатурных единиц для компоненты JoomShopping, средством записи данных напрямую в MySQL.

XML парсер - это программа, которая извлекает из исходного файла XML формата данные и сохраняет или использует для последующих действий. Язык XPath (XML Path Language) является результатом попыток создать единый синтаксис и семантику для функционала, совместно используемого XSL Transformations и XPointer. Главная задача языка XPath - адресация частей в XML документе. Для достижения этой цели язык

дополнительно наделен основными функциями для манипулирования строками, числами и булевыми значениями. В XPath используется компактный синтаксис, отличный от принятого в XML, облегчающий использование языка XPath при записи адресов URL и значений атрибутов XML. XPath представляет XML документ в виде дерева узлов. Узлы бывают различных типов, например, узлы элементов, узлы атрибутов и узлы текста. Для каждого типа узлов в XPath определяется способ вычисления строкового значения. Некоторые типы узлов имеют также имя. XPath полностью поддерживает пространства имен XML. В результате, имя любого узла в этом языке образуется из двух частей: локальной части и URL некоего пространства имен (возможно, нулевого), такая комбинация называется расширенным именем.

На текущий момент большинство организаций используют среду 1С:Предприятие для реализации построения общих бизнес-процессов компании, в том числе и учета ценовой политики, остатков товаров и материалов на складах, контрагентов и прочего. В зависимости от профиля компании определяется конфигурация среды 1С, но в целом построение выгрузки в xml-файл с необходимым контентом и данными проблемы у программиста, обслуживающего организацию, не будет.

Рассматривая стандартную структуру XML-документа построенного средствами 1С:Предприятие, конфигурации «Производство, услуги, бухгалтерия» было принято решение парсировать всевозможные теги, отвечающие за полное описание информации о товаре. Обязательный тег «PrGroup» имеет булевский тип данных, определяющий признак группы (0 – элемент, 1 – группа); «GroupCode» - полный код группы в рамках справочника номенклатуры (уникален), реализован для построения групп меню интернет-магазина на web-сайте; «GroupCode» - код группы в рамках справочника номенклатуры; «ItemDescription» - наименование группы; «DelPos» - булевский тип данных, определяющий признак пометки удаления группы (0 – группа или элемент активен, не удален, 1 – группа или элемент помечен на удаление).

Структура двух тегов «CodeSPR» и «FindSPR» определена для общей строки поиска номенклатурных единиц в рамках интернет магазина и кода аналогов номенклатуры. В случае отсутствия номенклатуры в справочнике аналогов, данное поле заполняется «чертой», и планируются данные к поиску средством тега «ItemDescription». Рассмотрим описание оставшихся тегов общего блока номенклатурных единиц: «ItemDescriptionAll» - определяет полное наименование продукции; «Article» - артикул товара; «Overall» - общие параметры товарной единицы; «Features» - характеристики продукта; «Additionally» - дополнительная информация о товаре; «UnitNetPriceRUR» - цена в рублях за единицу товара; «Warranty» - флаг гарантии производителя; «Recommend» - флаг рекомендации; «Action» - флаг акции.

На рис. 1 представлена структурная схема работы парсера xml-файла, который был полностью загружен в оперативную память для последующей его обработки. В начале алгоритма реализован процесс полной

инициализации парсера, в условиях переменной `$parser`. Далее в цикле производится побитовое чтение данных, которое соответствует строке в файле и сохраняется в одномерном массиве `$contents`. После полной обработки файла вызывается функция его закрытия и освобождения памяти. В результате программа имеет полноценный массив построчных данных файла для последующей его обработки.

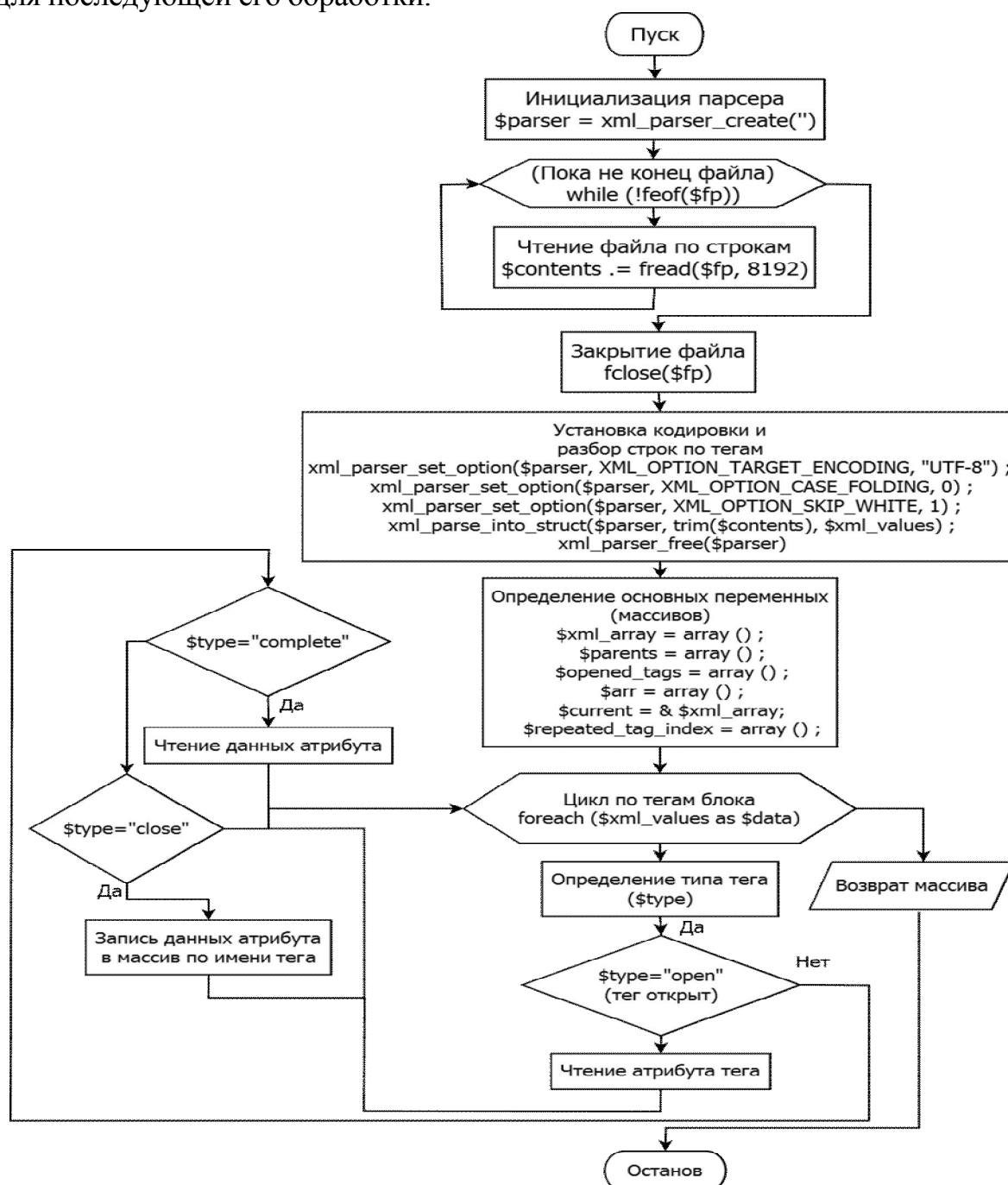


Рис. 1. Структурная схема работы парсера XML-файла.

Для исключения ошибок кодировки, требуется установка настроек для типизации данных в соответствии с общими настройками среды web-приложения. В нашем случае достаточно определить следующие параметры:

```
xml_parser_set_option($parser, XML_OPTION_TARGET_ENCODING,  
"UTF-8");  
xml_parser_set_option($parser, XML_OPTION_CASE_FOLDING, 0) ;  
xml_parser_set_option($parser, XML_OPTION_SKIP_WHITE, 1) ;  
xml_parse_into_struct($parser, trim($contents), $xml_values);  
xml_parser_free($parser)
```

Кодировка для текущей web-платформы определена как UTF-8, именно по этому при обработки динамического массива данных необходимо установить такую же кодировку для парсера. Далее при анализе структуры xml-файла, в нашем случае массива тегов и данных, требуется определение типов данных: открытый тег, данные тега, закрытый тег. В зависимости от структуры типов данных вызывается тот или иной алгоритм работы парсера.

Результатом работы предложенной структуры парсера xml-файла в данной статье является многомерный массив данных с группой тегов и соответствующих им данными. После завершения работы парсера реализовано подключение к web-СУБД MySQL с целью записи оперативных массивов данных, для последующего отображения номенклатурных единиц в условиях компоненты JoomlaShopping. Программный модуль парсера разработан средствами скриптового языка программирования PHP с учетом взаимодействия с СУБД MySQL, который, в отличии от своих аналогов, реализует интеграцию и прямое взаимодействие с компонентой интернет-магазина JoomlaShopping, позволяет обеспечивать загрузку изменений по номенклатурным единицам в темпе реального времени, с использованием файла разметки xml.

Библиографический список

1. Википедия – PHP [Электронный ресурс] : Режим доступа : World Wide Web. URL : [http : // www. ru. wikipedia. org / wiki / PHP](http://www.ru.wikipedia.org/wiki/PHP).
2. Википедия – XML [Электронный ресурс] : Режим доступа : World Wide Web. URL : [http : // www. ru. wikipedia. org / wiki / XML](http://www.ru.wikipedia.org/wiki/XML).
3. Joomla! CMS - открытая база знаний [Электронный ресурс] : Режим доступа : World Wide Web. URL : [http:// www.joomla-docs.ru / Заглавная_страница](http://www.joomla-docs.ru/Заглавная_страница).
4. Википедия – XPath [Электронный ресурс] : Режим доступа : World Wide Web. URL : [http : // www. ru. wikipedia. org / wiki / XPath](http://www.ru.wikipedia.org/wiki/XPath).
5. Joomshopping [Электронный ресурс] : Режим доступа : World Wide Web. URL : [http : // www. joomdle. com / wiki / Joomshopping](http://www.joomdle.com/wiki/Joomshopping).

~ S.A. Rykov, A.A. Filatov

~ **Constructing xml-parser products for the automated loading of goods in online store.**

~ **Abstract.** This article discusses the problems of building the parser XML - the document containing the nomenclature units and groups to form data in the internet - shop realized in an environment with CMS Joomla components JoomlaShopping.

УДК 004.7

В.В. Рязанцев, О.Я.Кравец

Воронежский государственный технический университет, Воронеж,
Россия

КОМПОНЕНТЫ КОНТРОЛЯ ВНЕШНЕЙ СРЕДЫ В РАСПРЕДЕЛЕННОЙ СИСТЕМЕ МОНИТОРИНГА

Аннотация. Объект разработки – компоненты контроля окружающей среды в распределенной системе мониторинга. Цель работы – расширение функциональных возможностей распределенной системы мониторинга по средствам корректного измерения электрических параметров медных магистральных и местных кабелей связи на сети связи. Область применения – распределительные коммуникационные кабельные шкафы.

Ключевые слова: Информационные системы, протокол SNMP, технологии Ethernet, система мониторинга, модульный диагностический комплекс, сигнализатор влажности, датчик-гигрометр

Введение

Работа всех звеньев железнодорожной цепи не может осуществляться без широкого использования различных видов связи, которые организуются по соответствующим линиям. Наиболее распространенным видом линии связи на железнодорожном транспорте является кабельная магистраль, которая лучше обеспечивает бесперебойность, высокое качество и надежность действия устройств связи. Контроль всех видов связи при нынешних объемах и задачах связи невозможен без использования различных информационных систем.

С целью контроля различных параметров кабельных линий связи на железной дороге используется модульный диагностический комплекс фирмы ООО «Пульсар-Телеком».

Технические средства этого диагностического комплекса позволяют в режиме реального времени контролировать основные характеристики магистральных связевых кабелей, осуществлять передачу этой информации в распределенную систему мониторинга.

Исходя из существующих недостатков распределенной системы мониторинга, а в частности погрешности, возникающие при измерении модульным диагностическим комплексом электрических параметров кабельных линий связи, возникли предпосылки в разработке автоматизированной информационной системы, включающей в себя программные средства мониторинга, аппаратные средства модульного

диагностического комплекса и разработанный сигнализатор влажности с датчиком-гигрометром. Разработанная система позволит точно контролировать наличие конденсата внутри кабельных сооружений, от которого напрямую зависит достоверность поступающей информации об электрических параметрах медных магистральных и местных кабельных линий связи.

Разработанная информационная система позволит расширить функциональные возможности модуля распределенной системы мониторинга ECMA, TRS Manager, расширить возможности мониторинга модульного диагностического комплекса, тем самым ускорит обработку информации оператором. Сведет к минимуму ошибки оперативного персонала при классификации той или иной аварийной ситуации и, как следствие увеличит показатель всей структуры в целом.

1. Протокол SNMP для управления сетями связи

Протоколы управления (коммуникационные протоколы) относятся к протоколам прикладного уровня семиуровневой модели взаимодействия открытых систем. Основное назначение протоколов – передача управляющего воздействия от программы-менеджера к программе-агенту, а также передача уведомления/подтверждения о результатах, к которым привело управляющее воздействие. Таким образом, протоколы поддерживают информационную модель TMN, хотя, строго говоря, могут рассматриваться как альтернативные технологии управления устройствами и сетями связи.

SNMP определяет сеть как совокупность сетевых управляющих (management) станций и элементов сети (главные машины, шлюзы и маршрутизаторы, терминальные серверы), которые совместно обеспечивают административные связи между сетевыми управляющими станциями и сетевыми агентами.

Сегодня SNMP является самым популярным протоколом управления различными коммерческими, университетскими и исследовательскими объединенными сетями. Основой, определяющей концепцию управления и администрирования для сетей, использующих стек TCP/IP, является документ RFC 1157 «Simple Network Management Protocol (SNMP)» (Простой протокол управления сетью).

В настоящее время существует три версии протокола SNMP: SNMP Version 1 (SNMP v1), SNMP Version 2 (SNMP v2), SNMP Version 3 (SNMP v3). Эти версии имеют много общего, однако, SNMP v2 предоставляет некоторые преимущества, например, дополнительные операционные возможности протокола. SNMP v3 в первую очередь добавляет в SNMP защиту и улучшения в удаленной настройке.

Программа пользователя, называемая сетевым менеджером, осуществляет виртуальное соединения с программой, которая называется SNMP-агентом. SNMP-агент расположен на удаленном сетевом устройстве и предоставляет информацию менеджеру о состоянии данного устройства. SNMP-агенты делают информацию доступной для систем управления сетями (Network Management Systems, NMS) с помощью SNMP. Эта модель представлена на рис. 1.

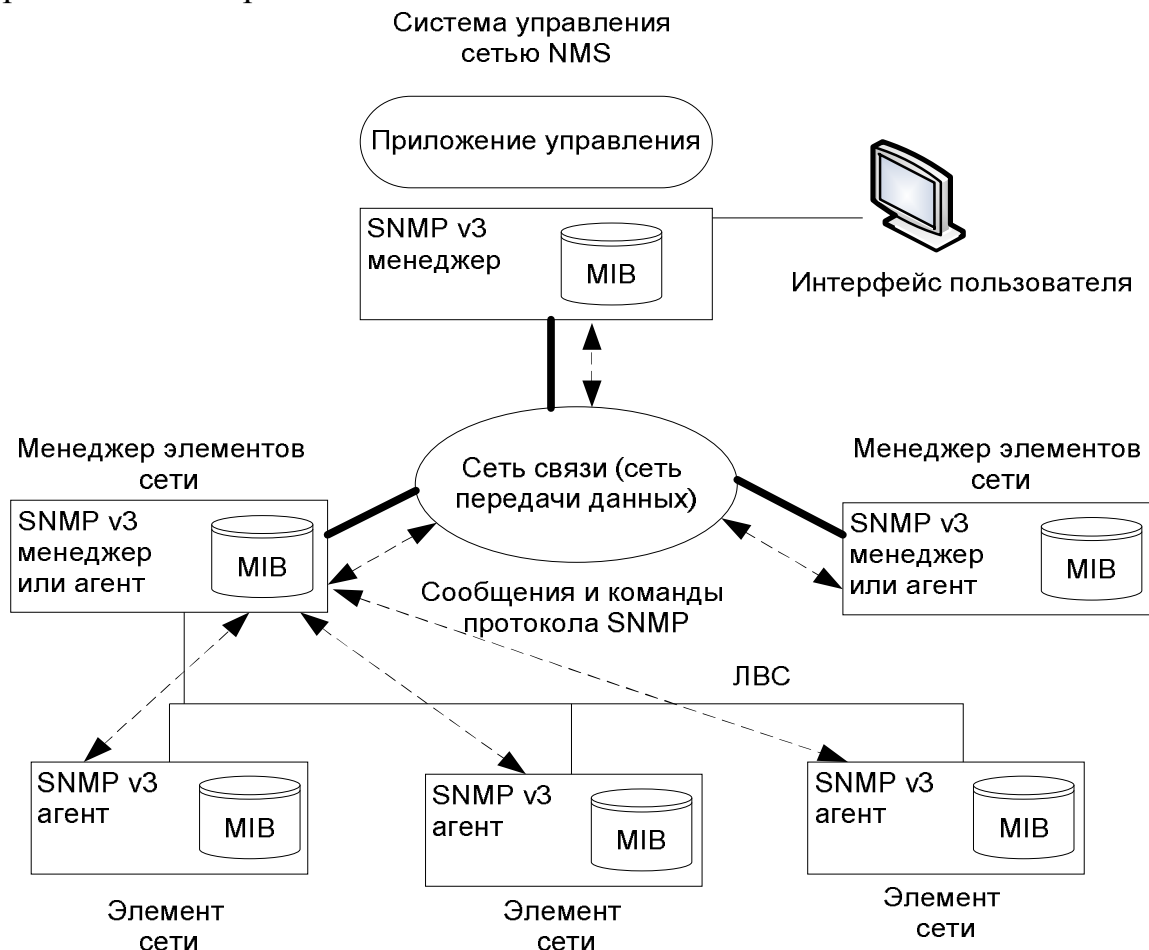


Рис. 1. Использование протокола SNMP

Программы-агенты по заданию менеджера или автоматически могут отслеживать следующие показатели работы сетевого оборудования:

- число и состояние своих виртуальных каналов;
- число определенных видов сообщений о неисправности;
- число байтов и пакетов, входящих и исходящих из данного устройства;
- максимальная длина очереди на выходе (для маршрутизаторов и других устройств);
- отправленные и принятые широковещательные сообщения;
- отказавшие и вновь пущенные в эксплуатацию сетевые интерфейсы.

2. Мониторинг линейно-кабельных сооружений

Внедрение на сети технологической связи ОАО «РЖД» системы мониторинга линейно-кабельных сооружений, которая разработана как подсистема единой системы мониторинга и администрирования, позволяет автоматизировать процесс эксплуатации, технического обслуживания и ремонта кабельных линий, повысить надежность и готовность сети. Использование современных цифровых систем передачи (ЦСП) в качестве дополнительных источников информации о состоянии линейно-кабельных сооружений дает возможность быстро и практически без дополнительных затрат включать в систему мониторинга «оцифрованные» кабельные линии.

Система мониторинга линейно-кабельных сооружений, обеспечивает автоматический контроль электрических параметров кабелей, измеряемых как без перерыва, так и с перерывом связи, а также состояния компрессоров и параметров воздуха в оболочке одножильного кабеля. Полученная информация через систему передачи данных поступает в базу данных единой системы мониторинга и администрирования дорожного уровня для обработки и передачи непосредственно в центр управления сети связи.

Модульный диагностический комплекс (МДК) применяется для автоматизации контроля параметров кабельных линий, качества электроэнергии, мониторинга различных систем, контроля температуры, построения охранно-пожарных систем контроля объектов. МДК обладает способностью передачи информации по различным видам интерфейсов и протоколов с использованием физических линий и каналов связи. На рис. 2 представлен модульный диагностический комплекс.



Рис. 2. Модульный диагностический комплекс

МДК является расширяемым, настраиваемым и многофункциональным комплексом. Гибкость построения комплекса обеспечивается за счет модульности конструкции, позволяя конечному пользователю конфигурировать систему исходя из конкретных задач и потребностей, что существенно снижает стоимость такого решения и сводит к минимуму избыточность конструкции.

3. Структура существующей распределенной системы мониторинга

Основной системой мониторинга и управления на сети железных дорог России является ЕСМА - Единая система мониторинга и администрирования.

С точки зрения обмена управляющей информацией система управления и мониторинга представляет собой распределённую систему, состоящую из множества одинаковых взаимодействующих элементов (модулей), обменивающихся информацией. Структура распределенной системы мониторинга представлена на рис. 3.

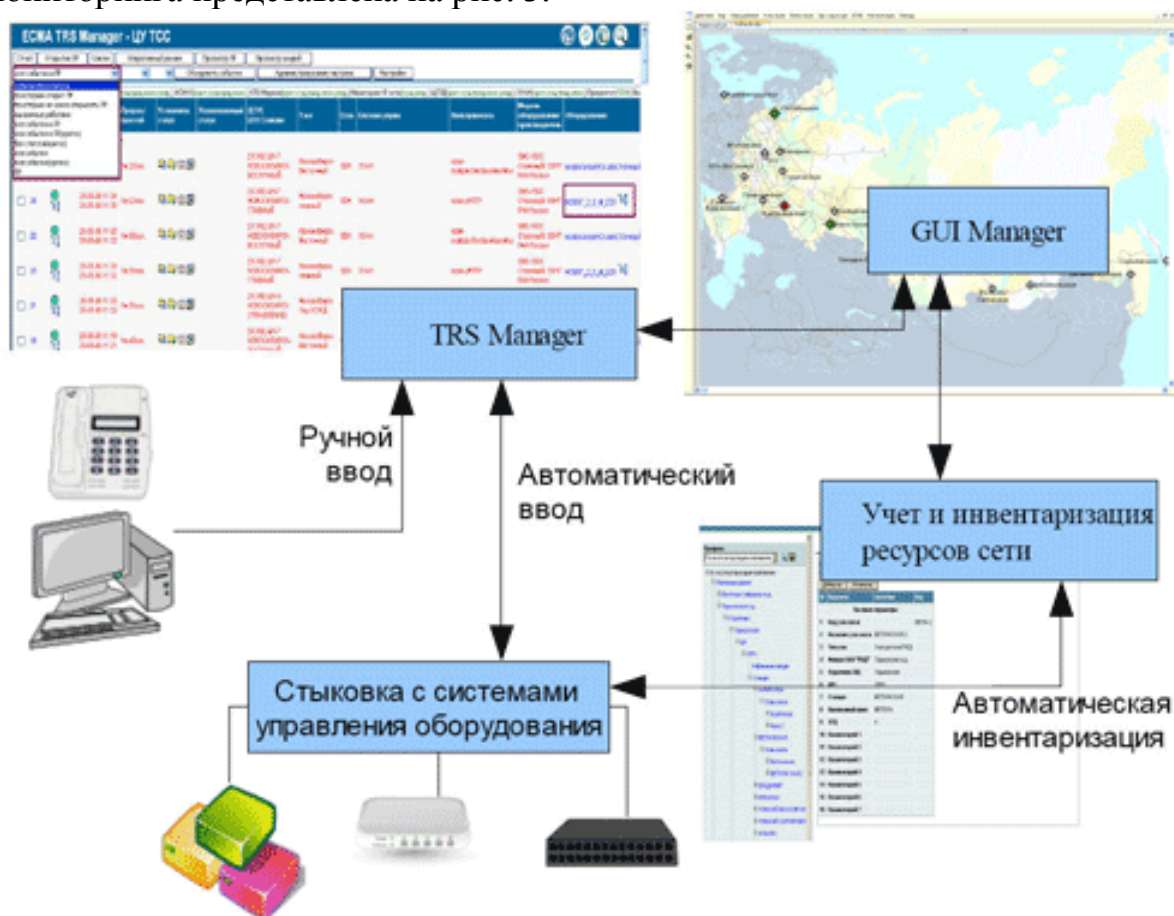


Рис. 3. Структура распределенной системы мониторинга

Распределенная система мониторинга способна решать большое количество задач на железнодорожном транспорте, так как специально была разработана для этих целей.

Основными решаемыми задачами системы являются:

- обеспечение управления сетью связи сегмента ОАО «РЖД» в целом;
- обеспечение эффективного мониторинга параметров функционирования оборудования сети связи;
- поддержка заданных параметров функционирования и качества сервисов;

- обеспечение адекватной и своевременной реакции на возникновение нештатных ситуаций;
- прогнозирование поведения сети связи в различных условиях;
- инвентаризация сетевого оборудования;
- планирование развития сетевой инфраструктуры.

Структура системы и взаимодействие модулей единой системы мониторинга и администрирования – это территориально-распределенная, иерархическая, модульная, автоматизированная система.

Структура распределенной системы является иерархической, ее можно представить двумя уровнями:

корпоративный (верхний) уровень – основной и резервный центры управления сетями связи;

дорожный уровень – центры технического управления сетями связи, организованные на основе Дирекций связи.

Так как система способна выполнять большое количество функций, ее структура разбита на самостоятельные модули, каждый из которых выполняет определенную задачу.

4. Расширение функциональных возможностей распределенной системы мониторинга

Проектирование компонент контроля внешней среды распределенной системы мониторинга состоит из нескольких этапов:

- разработка схемы устройства;
- подбор элементной базы;
- изготовление печатной платы сигнализатора;
- изготовление печатной платы датчика-гигрометра;
- сборка схемы;
- настройка схемы;
- подключение готового устройства к модульному диагностическому комплексу;
- передача полученной информации в распределенную систему мониторинга.

Для решения конкретной задачи – измерения параметров влажности внутри кабельных сооружений (кабельных коммутационных шкафах), которые находятся непосредственно под прямым воздействием окружающей среды, разработано устройство, которое сможет реагировать на изменение параметров влажности и сигнализировать об этом. В устройстве также присутствует возможность регулировки (точной подстройки) порога срабатывания. Это позволяет устройству быть более пластичным, то есть подстраивать свои характеристики под каждый объект индивидуально. Основным элемент сигнализатора влажности - микросхема отечественного

производства КР1006ВИ1. На рис. 4 представлена печатная плата сигнализатора влажности.

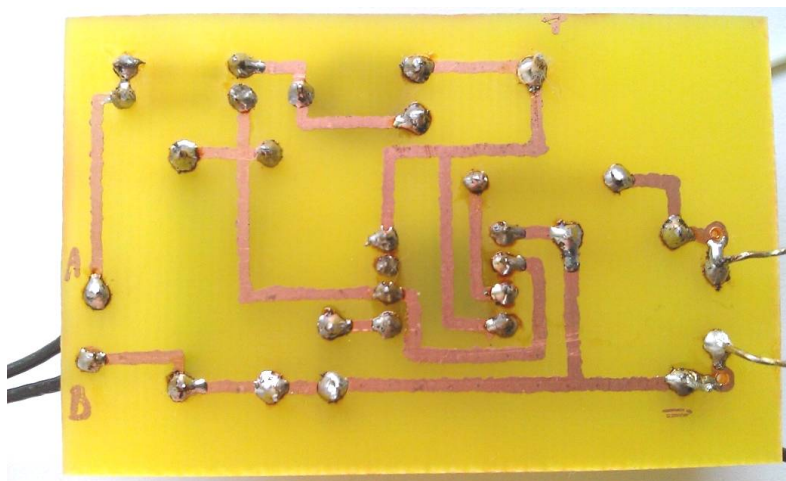


Рис. 4. Печатная плата сигнализатора влажности

Датчик-гигрометр является неотъемлемой частью сигнализатора влажности, так как проводники, расположенные на нем, будут замыкаться частицами конденсата.

Готовый датчик-гигрометр по средствам двух проводников подключается к соответствующим контактам на плате самого сигнализатора влажности. На рис. 5 представлен датчик-гигрометр.

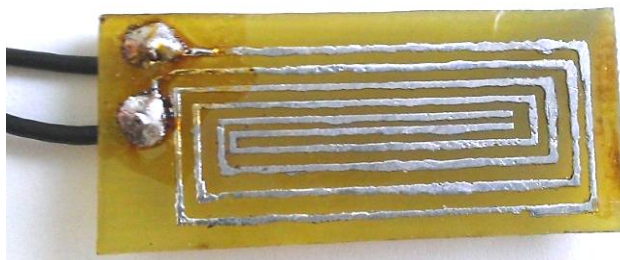


Рис. 5. Датчик-гигрометр

Подключение готового устройства к модульному диагностическому комплексу проведено к модулю МДК-М4. Сопряжение этих устройств осуществляется с помощью подключения «сухих» контактов от реле сигнализатора влажности к входам модуля МДК-М4, находящимся на удалении от кабельного шкафа и находящегося в связевой комнате станции. Модуль МДК-М4 позволяет осуществлять подключение такого вида сухих контактов на дальности до 1200 м.

5. Функционирование компонент системы мониторинга

После установки настроенного модульного диагностического комплекса на станции, а сигнализатора влажности с датчиком-гигрометром в кабельном шкафу необходимо, чтобы на сервере PEGAS прошла инициализация модуля МДК-М5. После того, как сервер определит модуль,

его можно будет увидеть удаленно при помощи АРМ PEGAS. Его интерфейс частично схож с интерфейсом АРМ ЦСПД.

Чтобы информация корректно поступала с сервера PEGAS в распределенную систему мониторинга необходимо сделать контрольное срабатывание сигнализатора, закоротив контакты на датчике-гигрометре.

Для контроля процедуры проверки, а также для дальнейшей настройки и конфигурирования, администратор должен получить доступ к новому модулю. Процедура получения доступа такова: клиент формирует и отправляет запрос управления определенным устройством серверу PEGAS. Получив запрос, сервер посылает извещение на АРМ «Менеджер доступа». Последний посредством звукового и визуального сопровождения информирует оператора о поступлении запроса на управление устройством. Администратор дает разрешение или запрет на управление. АРМ «Менеджер доступа» позволяет принудительно подготовить запрос на управление устройством. Кроме этого, дает возможность получить информацию об администрировании сети с использованием журнала администрирования.

При возникновении аварийной ситуации на карте области управления отмечаются цветом аварийный участок и неисправный объект. Кроме того, подается звуковая сигнализация. Таким образом, система управления PEGAS включает в себя совокупность программно-аппаратного обеспечения, предназначенного для своевременного, надежного, гибкого управления сетью устройств связи производства ООО «Пульсар-Телеком».

Заключение

Разработанная информационная система позволяет существенно расширить функциональные возможности существующей распределенной системы мониторинга. В первую очередь разработанная система позволит повысить уровень достоверности поступающей с измерительного комплекса информации об электрических параметрах магистральных кабелей, тем самым снизить ошибки персонала при классификации аварийных ситуаций, возникающих на сети связи. Гибкая система отчетности, реализованная в системе мониторинга и администрирования, позволяет находить и решать проблемы «слабых мест» сети, прогнозировать и предупреждать вероятные отказы.

Протоколирование средствами распределенной системы действий обслуживающего персонала в ходе их деятельности по эксплуатации сети позволяет выявлять не только негативные случаи, но и передовой опыт, рационально планировать и проводить организационные мероприятия призванные повысить качество работы.

Возможность инвентаризации в системе не только состояния оборудования и объектов сетевой инфраструктуры, но и получаемых в ходе эксплуатации сети виртуальных объектов (таких, как тракты и каналы с

фиксированной пропускной способностью) позволяет получить четкое отражение влияния процессов связанных с эксплуатацией сети на качество предоставляемых услуг.

Библиографический список

1. Гребешков А.Ю. Стандарты и технологии управления сетями связи. – М.: Эко-Грендз, 2003. – 288 с.
2. Филимонов А.Ю. Построение мультисервисных сетей Ethernet. – СПб.: БХВ-Петербург, 2007. – 592 с.
3. Поляк-Брагинский А.В. Локальные сети. Модернизация и поиск неисправностей. – СПб.: БХВ-Петербург, 2012. – 832 с.
4. Модульный диагностический комплекс МДК. Технические решения. – <http://www.pulsar-telecom.ru/ru/174.htm>.

V.V.Ryazantsev, O.Ja.Kravets

Components of an external environment monitoring in distributed monitoring system

Abstract. Object of development – a component of environment monitoring in distributed monitoring system. The operation purpose – extension of the distributed monitoring system functional capabilities on funds of incorrect measurement of electrical parameters of copper trunk and local communication wires for communication networks. A scope – distributive communication cable cabinets.

Keywords: Information systems, SNMP protocol, Ethernet technologies, monitoring system, modular diagnostic complex, humidity signaling device, sensor moisture meter

УДК 004:04(075.8)

В.С. Самсонов

ГФБОУ ВПО Воронежский государственный университет, Воронеж,
Россия.

ОБЗОР МЕТОДОВ И РЫНКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ И АНАЛИЗА ДАННЫХ

Аннотация. Исследуются методы и рынок программного обеспечения представления и анализа данных. Приводится классификация подходов, алгоритмов и систем для представления и анализа данных.

Ключевые слова: анализ данных, представление данных, обработка данных, Data Mining, интеллектуальный анализ данных.

При развитии средств и методов обработки данных возникают следующие понятия или термины «обнаружение знаний в базах данных» (knowledge discovery in databases), «интеллектуальный анализ данных» наряду с понятием Data Mining, которое в свою очередь переводиться как «добыча» или «раскопка данных». Таким образом, данные понятия можно считать синонимами Data Mining. Также Data Mining является мультидисциплинарной областью, возникшей и развивающейся на базе достижений прикладной статистики, распознавания образов, методов искусственного интеллекта, теории баз данных и т.п. (см. рисунок 1) [1], [2], [3].

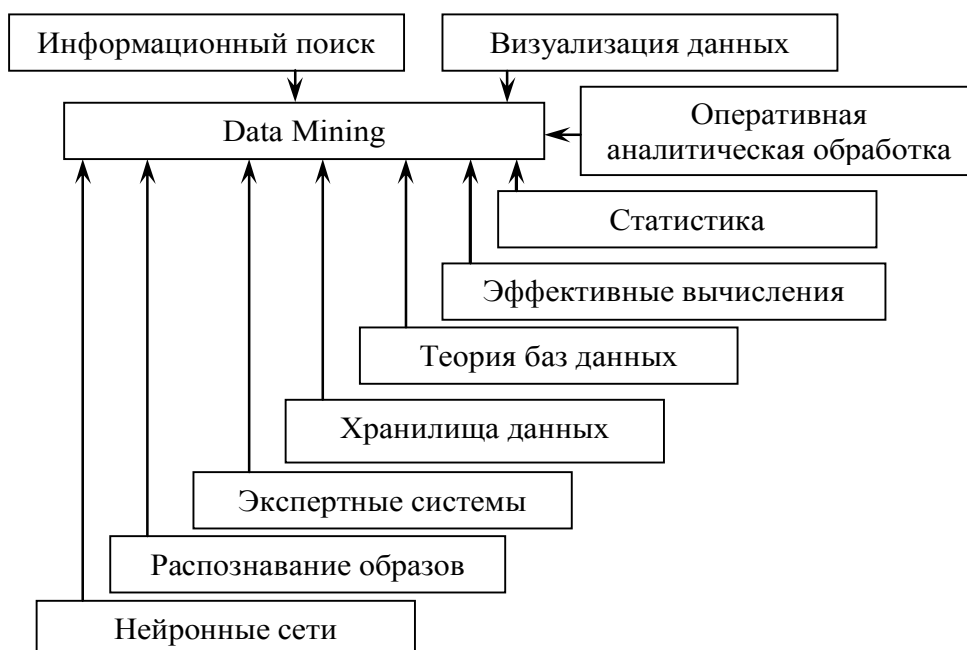


Рис. 1. Дисциплины, формирующие Data Mining

Исходя из этого, можно отметить, множество методов и алгоритмов, реализованных в различных действующих программных системах Data Mining. Многие из таких систем интегрируют в себе сразу несколько методов или подходов (например, семейство программных продуктов Business Intelligence (BI) компании Cognos)[4]. Более подробная классификация данных методов и алгоритмов приведена автором в учебном пособии [2] и учебнике ВГУ [3].

Как правило, в каждом программном средстве имеется какая-то ключевая компонента, на которую делается главная ставка в данном продукте, который может быть использован после рассмотрения конкретной предметной области, такой как представленной в следующих исследованиях [5], [6], [7], [8]. Автор статьи придерживается следующей классификации (а также характеристики указанных ключевых компонент):

1) Предметно-ориентированные аналитические системы наиболее распространены и разнообразны. Один из широких подклассов таких систем, получивший распространение в области исследования финансовых рынков, носит название «технический анализ» и является совокупностью нескольких десятков методов прогноза динамики цен и выбора оптимальной структуры инвестиционного портфеля, основанных на различных эмпирических моделях динамики рынка. Данные методы используют несложный статистический аппарат и максимально учитывают сложившуюся в своей области специфику (профессиональный язык, системы различных индексов и т.п.). На рынке имеется множество программ данного класса, которые довольно дешевы (\$100-\$1000)[1];

2) Деревья решения (decision trees), являющиеся следующим из наиболее популярных подходов к решению задач Data Mining, которые создают иерархическую структуру классифицирующих правил типа «Если..., то...» (if-then), имеющую вид дерева. Наиболее популярными системами данного подхода являются: «See5/C5.0» **Windows Xp/Vista/7/8 and Linux**. («RuleQuest», Австралия), «Clementine» («Integral Solutions», Великобритания), «SIPINA» («University of Lyon», Франция), «IDIS» («Information Discovery», США), стоимость таких систем лежит в пределах \$1000 - \$10 000 [1];

3) «Правила вывода» следующая из известных технологий, которая удобна в тех случаях, когда данные связаны отношениями, представимыми в виде правил «если ..., то ...». При большом количестве правил теряется наглядность; не всегда удастся выделить отношения «если ..., то ...»;

4) Нейронные сети являются большим классом систем, архитектура которых имеет аналогию с построением нервной ткани из нейронов. Наиболее распространенной архитектурой является многослойный перцептрон с обратным распространением ошибки, при котором имитируется работа нейронов в составе иерархической сети, где каждый

нейрон более высокого уровня соединен своими входами с выходами нейронов нижележащего слоя. На нейроны самого нижнего слоя подаются значения входных параметров, на основе которых нужно принимать какие-то решения, прогнозировать развитие ситуации и т.д. Эти значения рассматриваются как сигналы, передающиеся в следующий слой, ослабляясь или усиливаясь в зависимости от числовых значений (весов), приписываемых межнейронным связям. В результате на выходе нейрона самого верхнего слоя вырабатывается некоторое значение, которое рассматривается как ответ - реакция всей сети на введенные значения входных параметров. При применении сети в дальнейшем, ее нужно «натренировать» на полученных ранее данных, для которых известны и значения входных параметров, и правильные ответы на них. Тренировка состоит в подборе весов межнейронных связей, обеспечивающих наибольшую близость ответов сети к известным правильным ответам.

Примерами нейронных сетевых систем являются, следующие: Brain Maker (CSS), NeuroShell (Ward Systems Group), OWL (Hyper Logic), стоимость данных систем довольно значительна от \$1500 до \$8000 [1];

5) Генетические алгоритмы, для которых Data Mining не является основной областью применения. Часто данные алгоритмы рассматриваются как мощное средство решения разнообразных комбинаторных и оптимизационных задач, но в настоящее время они вошли в стандартный инструментарий методов Data Mining. Примером служит программное средство GeneHunter фирмы Ward Systems Group, стоимость которого составляет около \$1000 [1];

6) Эволюционное программирование. Одним из направлений которого является система PolyAnalyst - отечественная разработка, получившая общее признание на рынке ПО Data Mining. В данной системе гипотезы о виде зависимости целевой переменной от других переменных формулируются в виде программ на некотором внутреннем языке программирования.

Процесс построения программ строится как эволюция в мире программ. Когда система находит программу, более или менее удовлетворительно выражающую искомую зависимость, она начинает вносить в нее небольшие модификации и отбирает среди построенных дочерних программ те, которые повышают точность. Т.о., система «выращивает» несколько генетических линий программ, которые конкурируют между собой в точности выражения искомой зависимости. Специальный модуль системы PolyAnalyst переводит найденные зависимости с внутреннего языка системы на понятный пользователю язык.

Другим направлением эволюционного программирования связанным с поиском зависимости целевых переменных от остальных в форме функций какого-то определенного вида. Пример, метод группового учета аргументов

(МГУА) в котором зависимость ищется в форме полиномов. В настоящее время МГУА реализован в системе NeuroShell компании Ward Systems Group, стоимость данной системы до \$5000 [1];

7) Алгоритмы ограниченного перебора, которые были предложены в середине 60-х годов М.М. Бонгардом для поиска логических закономерностей в данных. Эти алгоритмы вычисляют частоты комбинаций простых логических событий в подгруппах данных. Наиболее популярным является программная система WizWhy фирмы WizSoft. Автор системы Абрахам Мейдан не раскрывает специфику алгоритма, положенного в основу работы WizWhy. Но по результатам тщательного тестирования системы сделаны выводы о наличии в ПО ограниченного перебора (изучались результаты, зависимости времени их получения от числа анализируемых параметров и др.).

Несмотря на перечисленные недостатки, система постоянно демонстрирует более высокие показатели при решении практических задач, чем все остальные алгоритмы Data Mining. Стоимость ее около \$4000 [1].

8) Системы для визуализации многомерных данных. Средства для графического отображения данных поддерживаются практически всеми системами Data Mining. Вместе с тем, весьма внушительную долю рынка занимают программные средства, специализирующиеся исключительно на данной функции. Примером, программа DataMiner 3D словацкой фирмы Dimension5 (5-е измерение);

9) Современные версии (последние) почти всех статистических пакетов включают наряду с традиционными статистическими методами также элементы Data Mining. Но основное внимание в них уделяется все же классическим методикам - корреляционному, регрессионному, факторному анализу и т.п. Недостатком данных систем является требование к специальной подготовке пользователя, а также мощные современные статистические пакеты являются слишком «тяжеловесными» для массового применения в финансах и бизнесе (часто эти системы являются дорогими - от \$1000 до \$15000).

В качестве примеров наиболее мощных и распространенных статистических пакетов можно назвать SAS (компания SAS Institute), SPSS (SPSS), STATGRAPICS (Manugistics), STATISTICA, STADIA и др. [1]. Примеры использования пакета SPSS фирмы IBM автором статьи в рамках научно - исследовательского проекта РГНФ № 14-06-00597а при финансовой поддержке РГНФ можно рассмотреть в следующей литературе [9], [10], [11];

10) Системы рассуждений на основе аналогичных случаев (case based reasoning - CBR). Идея систем CBR заключается в следующем для выполнения прогноза на будущее или выбора правильного решения, данные системы находят в прошлом аналогичные ситуации и выбирают тот же ответ, который был для них правильным. Поэтому данный метод также

называют методом «ближайшего соседа» (nearest neighbour). В последнее время распространение получил также термин memory based reasoning, который акцентирует внимание, что решение принимается на основании всей информации, накопленной в памяти.

Главным минусом данного метода считается то, что они вообще не создают каких-либо моделей или правил, обобщающих предыдущий опыт, - в выборе решения они основываются на всем массиве доступных исторических данных, поэтому невозможно сказать, на основе каких конкретно факторов CBR системы строят свои ответы. Еще одним минусом является произвольный выбор меры «близости», который допускают данные системы. Примеры систем, использующих CBR методы являются: KATE tools (Acknosoft, Франция), Pattern Recognition Workbench (Unica, США)[1].

11) Интегрированные технологии, достоинство которых заключается в том, что можно выбирать подходы, адекватные задачам, или сравнивать результаты применения разных подходов. Главными недостатками данных систем, являются следующие: сложные средства поддержки; высокая стоимость; для каждой отдельно взятой технологии не всегда реализуется наилучшее решение [4].

Можно рекомендовать использовать приведенные методы и алгоритмы: студентам при подготовке к государственному квалификационному экзамену [12], специалистам при формировании финансовой стратегии предприятия [13]. Также автор данной статьи рекомендует ознакомиться с примерами использования Data Mining представленными в 4 главе монографии [14] и статье [15].

Библиографический список

1. Дюк В., Самойленко А. Data mining: учебный курс. - СПб.: Петербург, 2001. - 368 с.
2. Самсонов В.С. Анализ данных: учеб. пособие/ В.С. Самсонов, В.Л. Хацкевич. - Воронеж: Научная книга, 2013. - 310 с.
3. Самсонов В.С. Представление и анализ данных: учебное пособие/ В.С. Самсонов, В.Л. Хацкевич; Воронежский государственный университет. - Воронеж: Издательский дом ВГУ, 2015. - 140 с.: ил. - (Учебник Воронежского государственного университета).
4. Издательство «Открытые системы»: Интеллектуальный анализ данных в системах поддержки принятия решений [Электронный ресурс], режим доступа - URL: <http://www.osp.ru/os/1998/01/179360/>.
5. Проблемы формирования и реализации корпоративной культуры с системе управления персоналом/ Сивальнева Н.Н., Жалнин М.М. - Вестник ИНЖЭКОНа. Серия: Экономика, 2009. Т. 28. № 1. С. 138-147.
6. Проблемы и перспективы развития современного предприятия/ Щевелева О.Н.// Социально-экономические проблемы инновационного развития: материалы V Междунар. науч.-практ. конф./ под ред. В.В. Сыроижко. - 2014. С. 439-444.
7. К вопросу о сущности социальных инвестиций/ Сивальнева Н.Н. - Экономические науки, 2008. № 11. С. 281.

8. Оценка соответствия организационной культуры реальным стратегиям/ Щевелева О.Н. // Актуальные проблемы социально-экономического развития экономических систем: материалы IV Всерос. науч.- практ. конф. Воронежский институт кооперации (филиал), АНО ВПО "Белгородский университет кооперации, экономики и права"/ По ред. Семененко С.В., Сыроижко В.В., Гусева Л.П. и др. 2013. С. 323-330.

9. Самсонов В.С. Применение кластерного анализа при классификации предприятий (организаций) по численности и оплате труда работников// Адаптационные механизмы и практики в трансформирующихся обществах: материалы II междун. науч. - практ. конф./ Под ред. И.В. Шершень - Воронеж: Воронежский государственный педагогический университет, 2014. - с.74-84.

10. Самсонов В.С., Шершень И.В., Особенности использования методов кластеризации при изучении динамики и прогнозировании численности безработных, учащихся и трудовых ресурсов// Адаптационные механизмы и практики в трансформирующихся обществах: материалы II междун. науч. - практ. конф./ Под ред. И.В. Шершень - Воронеж: Воронежский государственный педагогический университет, 2014. - с.84-94.

11. Шершень И.В., Самсонов В.С. Рекомендации по использованию методов кластерного анализа при анкетировании молодых специалистов для адаптации к профессиональной деятельности// Основы экономики, управления и права. - Самара: НП «Институт анализа экономики города и региона», 2014. №6(18). - с.65-70.

12. Финансовый менеджмент, финансы, бюджет, страхование/ Сивальнева Н.Н.// Учебно-метод. пособие для подготовки к государственному комплексному квалификационному экзамену/ Воронеж, 2013.

13. Методические основы формирования финансовой стратегии предприятия/ Щевелева О.Н.// Социально-экономические факторы современного развития общества: сб. ст. междунар. науч.-практ. конф. Министерство образования и науки РФ, ФГБОУ ВПО "Всероссийский заочный финансово-экономический институт". 2011. С. 204-210.

14. Самсонов В.С. Использование систем управления контентом при реализации метода генерирования управленческих воздействий для снижения затрат предприятия./ Инновационные подходы и технологии в современной экономике и менеджменте: монография. Под. ред. проф. Хацкевича В.Л. - Воронеж: НАУКА-ЮНИПРЕСС, 2012. - с.118-155.

15. Самсонов В.С. Использование CMS-систем при реализации метода генерирования управленческих воздействий, направленных на снижение затрат предприятия.// Современная экономика: проблемы и решения, 2012. № 7(31), с.139-145.

V.S.Samsonov

A review of methods and market software for representations and analysis of data

Abstract. The article a study methods and market software representations and analysis of data. Also presented a classification of approaches, algorithms and systems for representations and analysis of data.

Keywords: Data analysis, data representation, data processing, Data Mining.

УДК 004.4(043) 681.513.2

В.В. Сафронов, В.Ф. Барабанов, А.М. Нужный, С.Л. Подвальный

ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный технический университет»,
Воронеж, Россия.

ПРАКТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ КОНЦЕПЦИИ БЕСШОВНОЙ ИНТЕГРАЦИИ В БОЛЬШИХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

Аннотация. Сложная разработка, представленная как комплекс автоматизированных модулей программного и аппаратного обеспечения, дает механизм интеграции в единую вычислительную среду для того, чтобы управлять и обмениваться данными между приложениями в едином информационном пространстве.

Ключевые слова: IC:PDM, информационное пространство, инфраструктура, ANSYS, интеграция, бесшовная интеграция

Введение

Отсутствие электронной документации на продукцию с точки зрения европейских экспертов является средством ограничения доступности на международном рынке изделий, разрабатываемых на основании «бумажной» документации. В связи с этим перспективным направлением развития отечественного промышленного производства является форсирование безбумажной технологии проектирования, производства и сбыта продукции.

1. Анализ алгоритмов и методов интеграции специализированных систем с использованием интегрированной БД

На протяжении всего жизненного цикла (ЖЦ) системами поддержки, планирования и сопровождения ЖЦ обрабатывается фактически одна и та же информация. Каждая система оперирует данными как сформированными и занесенными в электронную базу данных, так и уникальными, порождаемыми ею, которые дополняют цифровой прототип изделия.

Стратегия безбумажной технологии подразумевает создание единого информационного пространства (ЕИП) для всех участников ЖЦ продукта (подразумевается создание полного электронного описания изделия EPD - Electronic Product Definition).

EPD - технология, интегрирующая все данные об изделии и связанные с ним процессы, для обеспечения разработки и поддержки электронной модели изделия на протяжении всего ЖЦ.

EPD, синтезируемая в информационных системах, обеспечивает: создание интерактивной среды совместной разработки, охватывающей все

производственные этапы; создание структурированного электронного описания продукта; определение всех этапов жизненного цикла изделия, формулировку потребностей в материалах, концептуальное проектирование, производство, распространение и поддержку; защиту данных и гарантированный доступ к информации по изделию каждому пользователю с соответствующими правами; управление внесением изменений.

В связи с этим реализация процесса применения системы интеллектуализации поддержки управленческих решений должна быть методологически согласована с безбумажной технологией. Элементом такого согласования будет являться интеграция информационной системы в ЕИП с интеллектуальной поддержкой прохождения проекта на всех этапах жизненного цикла.

Интеграция систем обеспечивает решение проблем рассогласования данных в двух или нескольких системах, использующихся в организации, и построение слаженно работающей ИТ-инфраструктуры организации.

Зачастую в связи с тем, что программные системы разрабатывались в разное время, разными производителями, по несогласованным спецификациям, или просто территориально разнесены, информация, предоставляемая в этих системах, рассогласованная. Это приводит к большим трудозатратам по ручному переносу и согласованию данных.

Технические проблемы, решаемые в ходе работ по интеграции систем, включают:

- Семантическое согласование данных - приведение данных в разных системах к «общему решению» - так, чтобы понятия во всех системах были согласованы.

- Построение единых классификаторов и справочников - построение взаимно однозначного соответствия между элементами справочников в разных системах и фиксация его в дополнительных структурах, осуществляющих функцию «перевода».

- Создание программных интерфейсов интегрируемых систем для организации передачи данных и вызова функций систем по внешним событиям.

- Разработка конверторов данных для передачи из одной системы в другую и выработка форматов данных для передачи, в том числе в реальном времени.

- Логическое связывание систем - построение алгоритма, позволяющего отображать «события» одной системы в других системах. Такое отображение может представлять собой сложный бизнес-процесс, вовлекающий множество данных и людей.

- Создание механизмов дистанционной синхронизации (репликации) данных и распределенной их разработки.

- Формирование интерфейсов, позволяющих управлять потоками данных, логикой преобразования и структурами, определять единые права доступа и механизмы совместной работы пользователей с данными и др.

- Разработка дополнительных средств доступа, анализа и коллективной работы с данными.

Информационная система представляет из себя совокупность нескольких компонентов, поэтому, говоря об интеграции информационных систем, правильнее говорить об интеграции составляющих их компонентов.

Обычно, информационная система содержит в себе следующие компоненты:

- Платформа, на которой функционируют остальные компоненты системы, включающая в себя аппаратуру и системное ПО.

- Данные, с которыми работает система. Состоят из СУБД и баз данных.

- Приложения, реализующие бизнес-логику по работе с данными системой. Состоят из компонентов бизнес-логики, пользовательского интерфейса, вспомогательных компонентов (фрэймворк) и сервера приложений, который обеспечивает хранение и доступ к компонентам приложения.

- Бизнес-процессы, представляющие из себя сценарии работы пользователей с системой.

Поэтому, интеграция информационных систем заключается в интеграции одного или нескольких компонентов интегрируемых информационных систем (объектов интеграции): интеграция платформ; интеграция данных; интеграция приложений; интеграция бизнес-процессов.

1.1. Интеграция платформ

Целями интеграции платформ являются: обеспечение возможности взаимодействия между приложениями, работающими на различных программно-аппаратных платформах; обеспечение возможности работы приложений, разработанных для одной программно-аппаратной платформы, на других программно-аппаратных платформах.

Существует несколько подходов, направленных на достижение этих целей. В рамках каждого из подходов существуют различные технологии: удаленный вызов процедур; ПО промежуточного слоя; виртуализация.

Технологии удаленного вызова процедур позволяют опубликовать процедуру и обеспечить возможность ее вызова для приложений, работающих на других платформах. Элементами таких технологий обычно являются: общий для всех платформ язык описания интерфейсов процедур (IDL, WSDL), «адаптер» процедуры, который транслирует внешние вызовы во внутренние и передает результаты обратно и менеджеры, отвечающие за доставку запросов и результатов между платформами в сети.

Идеология программного обеспечения промежуточного слоя состоит в разработке прикладного ПО не с использованием сервисов конкретной операционной системы, а с использованием сервисов ПО промежуточного слоя. Разработчиками ПО промежуточного слоя создаются ее реализации под различные операционные системы, которые транслируют вызовы соответствующих функций фреймворка в вызовы соответствующей операционной системы.

Современной концепцией является «виртуализация». К интеграции платформ она имеет отношение постольку, поскольку позволяет существенно упростить использования различных платформ и, соответственно, использование систем, требующих для своего функционирования наличия конкретных платформ.

1.2. Интеграция с использованием промежуточного ПО.

Большая часть предприятий не могут одновременно отказаться от существующей инфраструктуры и заново реализовать интеграцию. Зачастую нет необходимости отказываться от наследованных приложений, но их можно существенно улучшить, если интегрировать присущие им деловую логику и метаданные с другими приложениями. Один из способов интеграции разноориентированных наследованных приложений предполагает специальное промежуточное ПО, с его помощью реализуется интерфейс между двумя разными системами. Такой способ позволяет объединить два или несколько изолированных приложений, предоставляя им возможность взаимодействия между собой, а также свободный обмен данными. В его состав могут включаться программы, написанные программистами предприятия, либо готовые модули. Существуют несколько видов подобных систем, одним из важных приложений промежуточного ПО является объединение клиента и сервера в процессе клиент-серверных вычислений, а также улучшение связи web-сервера с данными, хранящимися на компьютере клиента.

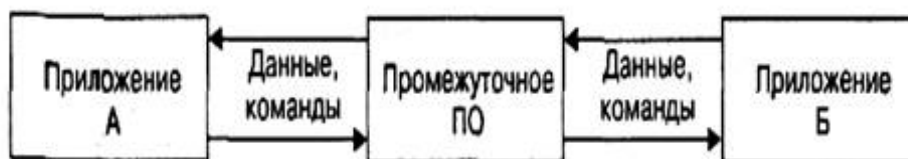


Рис. 1. Промежуточное ПО для связи корпоративных приложений

Основной проблемой при создании ИС является интеграция объектно-ориентированного подхода и распределенных вычислений. Интеграцией занимается много разработчиков, среди которых можно выделить международный консорциум OMG (Object Management Group). Консорциум предложил архитектуру управления объектами OMA, заложенную в основу стандарта CORBA (Common Object Request Broker Architecture),

обеспечивающую совместимость и взаимодействие объектов в компьютерной сети. Сутью данной архитектуры является представление любой задачи в форме взаимодействия объектов, распределенных по различным компьютерам. Объектная модель CORBA создаёт порядок взаимодействия между клиентами и серверами.

Клиенты – приложения, запрашивающие услуги, а серверы – приложения, предоставляющие эти услуги. Роль CORBA-технологии для ИС заключается в определении системы обеспечивающей «прозрачное» взаимодействие объектов в неоднородной распределенной среде.

1.3. Интеграция данных

По определению информационная система работает с данными. В подавляющем большинстве случаев система имеет в своем составе базу данных для их хранения. Интеграция на уровне данных предполагает совместное использования данных различных систем. Интеграция данных может оказаться проще, чем интеграция приложений, т.к. промышленные СУБД, в которых обычно хранят данные информационные системы, имеют развитые возможности программного доступа к данным из других приложений. Сами приложения при этом могут иметь весьма ограниченные возможности программного использования своей функциональности внешними системами.

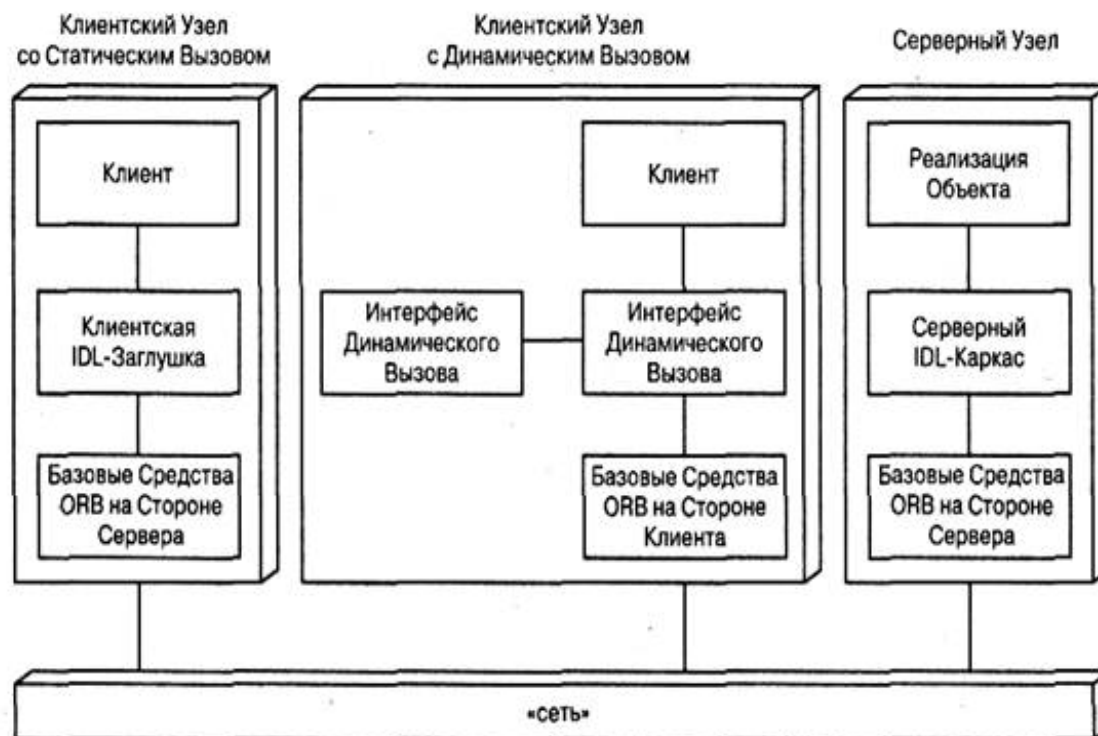


Рис. 2. Архитектура CORBA

Подходы к интеграции данных: универсальный доступ к данным; хранилища данных

Технологии универсального доступа к данным позволяют обеспечить единообразный доступ к данным различных СУБД. Посредником для работы с конкретной СУБД в данном случае является драйвер для соответствующей СУБД.

Концепция хранилищ данных состоит в создании корпоративного хранилища данных. Хранилище данных – база данных, хранящая в себе данные, собираемые из баз данных различных информационных систем, для целей их дальнейшего анализа. Для создания хранилищ данных используются технологии OLAP, отличные от технологий создания оперативных БД- OLTP. Подходы к созданию и наполнению хранилищ данных отражены в парадигме ETL (extraction, transformation, loading = извлечение, преобразование и загрузка).

1.4. Интеграция приложений.

Интеграция на уровне приложений подразумевает использование готовых функций приложений другими приложениями.

Стоит упомянуть следующие подходы к интеграции приложений: интерфейсы прикладного программирования; обмен сообщениями; сервис-ориентированная архитектура; интеграция пользовательских интерфейсов.

Интерфейс прикладного программирования конкретной системы представляет из себя функционал этой системы, который может публиковаться в виде набора функций или в виде объектной модели.

В большинстве случаев интеграция нескольких систем заключается в передаче информации между ними. Если системы функционируют в гетерогенных распределенных средах, то принципиальное значение имеет обеспечение гарантированности, безопасности, управляемости доставки информации между приложениями. Эти и другие принципы реализуются в корпоративных системах обмена сообщениями между приложениями. Функциональность этих систем достаточно прозрачна – прием сообщения от одного приложения, транспортировка по заданным правилам и передача этого сообщения другому приложению. При этом может производиться шифрование сообщений, цифровая подпись, настройка подписки, определение метаданных для сообщений и др.

Сервис-ориентированная архитектура (SOA) является современной и модной парадигмой. Она является логическим продолжением концепции Web-сервисов, которая состоит в публикации функциональных блоков какого-либо приложения в виде, позволяющем получить к ним доступ другим приложениям через Web. Web в данном случае привлекателен ввиду возможности его использования и, соответственно, использования опубликованных в Web приложений на любых программно-аппаратных платформах. Web-сервис – небольшая программная надстройка над

функционалом приложения, преобразующая вызовы, получаемы через Web во внутренние вызовы функций приложения и возвращающая результаты обратно. Основными идеями SOA являются:

Публикация функционала корпоративных приложений в виде Web-сервисов. Упорядочивание опубликованных сервисов в виде каталога.

Построение на основе Web-сервисов новых приложений путем их комбинации.

Также часто используется следующий подход – интеграция пользовательских интерфейсов.

1.5. Интеграция на уровне корпоративных приложений

Интеграция на уровне приложений (EAI, Enterprise Application Integration) основывается на совместном использовании исполняемого кода, а не внутренних данных приложения. Программные системы разбиваются на компоненты, которые интегрируются с помощью стандартизованных программных интерфейсов и разрабатываемого специального связующего программного обеспечения. Данный подход основывается на создании универсального программного ядра из компонентов, которое используют все приложения. Для каждого приложения создается только один уникальный интерфейс для взаимодействия с этим ядром, что существенно облегчает задачу интеграции. Повторное использование функций в рамках имеющейся среды позволяет существенно снизить время и стоимость разработки приложений. EAI также обеспечивает интеграцию приложений, не внося в них каких-либо модификаций, что гарантирует отсутствие ошибок в их работе. Недостатком данного метода является большая сложность и, соответственно, высокая стоимость работ.

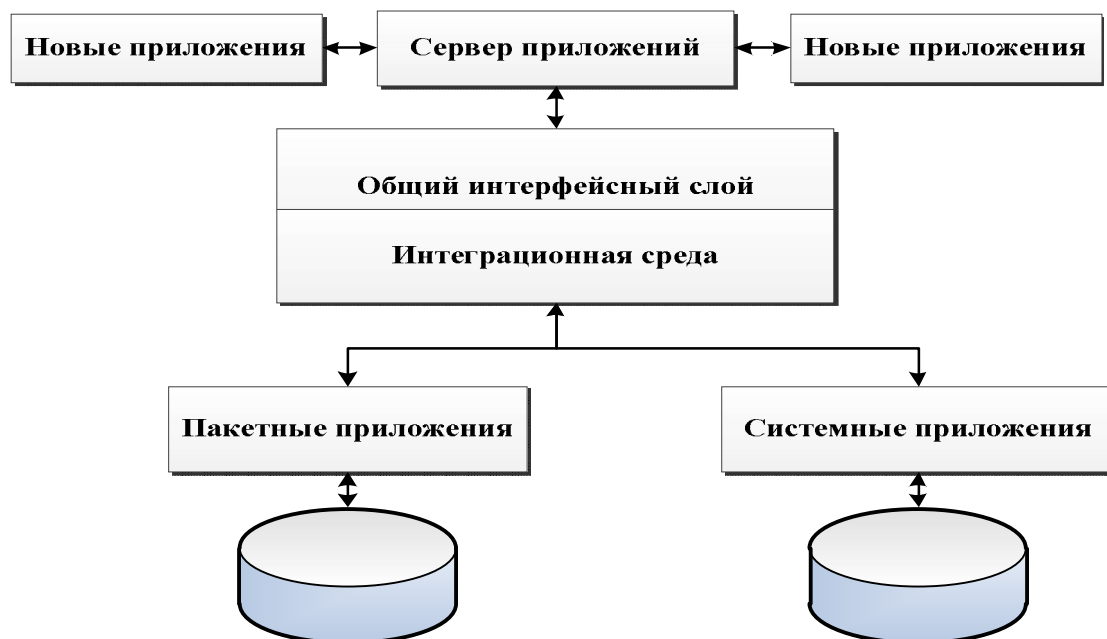


Рис. 3. Интеграция на уровне корпоративных приложений

1.6. Интеграция на уровне пользовательских интерфейсов

Данный подход основывается на возможности приложений использовать друг с другом с помощью специальных инструментов посредством пользовательского интерфейса. Наиболее часто реализуется в виде HTML-scraping, при котором специальным инструментом, идентифицируются компоненты HTML-документа, полученного в результате работы приложения, и эти компоненты предоставляются для повторного использования и интеграции.

Наиболее целостным подходом к интеграции систем является интеграция на уровне бизнес-процессов. В рамках интеграции бизнес-процессов происходит и интеграция приложений, и интеграция данных. Интеграция на уровне бизнес-процессов является наиболее «естественной» для организаций, т.к. их деятельность состоит, прежде всего, именно из бизнес-процессов, а не приложений, баз данных и платформ.

Идеи, лежащие в основе интеграции бизнес-процессов, достаточно просты:

Составить сценарий некоторого бизнес-процесса, происходящего в организации, описать в нем операции взаимодействия пользователей с различными системами и систем между собой. Таким образом, бизнес-процесс является элементом, логически интегрирующим различные системы. Сценарий создается при помощи специализированного программного продукта, который далее будет управлять ходом этого бизнес-процесса согласно сценарию.

Операции взаимодействия с системами в рамках бизнес-процесса детально описываются в терминах информационного обмена: форматы обмена, используемые сервисы, приложения, события, правила, политики и т.п.

К интегрирующему программному обеспечению, при помощи которого описан сценарий бизнес-процесса, подключаются посредством адаптеров интегрируемые системы, вовлеченные в бизнес-процесс. Таким образом, становится возможным автоматизированный информационный обмен между системами.

Готовый к выполнению бизнес-процесс выводится на «пульт управления» менеджера, при помощи которого, он может запускать и останавливать бизнес-процессы, отслеживать их состояние, вводить данные и принимать решения на отдельных операциях бизнес-процессов, требующих участия человека и др. Взаимодействия между системами, не требующее участия человека осуществляется автоматически интегрирующим ПО.

2. Формирование концепции к «бесшовной» интеграции специализированных систем с использованием модели данных и ИБД

PLM-решения являются комплексными программными решениями. В связи, с чем при интеграции их с внешним ПО нельзя использовать единый

метод интеграции. Для интеграции разработанного ПО с PLM-решениями использованы отдельные функциональные особенности следующих методов интеграции:

Интеграция платформ: удаленный вызов процедур и использование ПО промежуточного слоя;

Интеграция данных;

Интеграция приложений: использование прикладных интерфейсов и работа с сервис-ориентированной архитектурой;

Интеграция на уровне корпоративных приложений;

Интеграция на уровне пользовательских интерфейсов;

Интеграция бизнес-процессов.

Следует отметить, что совместное использование отдельных элементов различных методов не противоречит базовым требованиям по организации взаимодействия и функционирования программных систем. Данное решение интеграции позволит сформировать единую базу данных между PLM-решением и программной системой, с обеспечением полноценного функционального взаимодействия между ними. Отдельные аспекты интеграции позволят сделать взаимодействие ПО между собой без прямого участия пользователя, что само по себе не характерно ни для одного из первоначальных методов. Таким образом, использование составной системы интеграции позволит обеспечить бесшовную интеграцию с формированием единой графической базы данных.

Бесшовная интеграция – обеспечение взаимодействия двух и более программных систем с «упрощением» пользовательского влияния на обмен данными между системами, за счёт формирования структурированной совместно используемой базы данных; «встраивания» средств трансляции, преобразования и передачи данных в исходное программное решение, с сохранением его стабильности и целостности; создание и использование межмодульных интерфейсов.

Основной экономический эффект состоит в повышении производительности труда при сокращении ошибок и соответственно в улучшении качества разрабатываемого насосного оборудования за счет автоматизации процесса проектирования и введения электронного документооборота.

Информация о финансовой поддержке: Работа выполнена по договору № 1450/300-13 от 24 февраля между ОАО «Турбонасос» и ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный технический университет» в рамках проекта «Создание высокотехнологичного производства магистральных нефтяных насосов нового поколения с использованием методов многокритериальной оптимизации и уникальной экспериментальной базы» (Постановление Правительства Российской Федерации №218 от 9.04.2010).

Библиографический список

1. Создание электронного архива средствами PDM-систем [Текст] / А.М. Нужный, В.В. Сафронов, А.В. Барабанов, А.В. Гаганов // Вестник Воронежского государственного технического университета. - 2013. – Т. 9. - № 6.1. - С. 23-27.
2. Анализ факторов выбора системы управления данными [Текст] /А.М.Нужный, Н.И.Гребенникова, А.В.Барабанов, Поваляев А.В. Вестник Воронежского государственного технического университета. 2013. Т. 9. -№ 6.2. С. 25-31.
3. Концептуальный подход к бесшовной интеграции управленческих систем [Текст] / В. В. Сафронов, В. Ф. Барабанов, С. Л. Кенин, В. М. Питолин // Системы управления и информационные технологии. - 2013. - Вып. 3(53). - С. 95-99.
4. Разработка универсального модуля обмена технологическими данными для 1С:PDM [Текст] /В.Ф. Барабанов, А.М. Нужный, Н.И. Гребенникова, С.А. Коваленко //Вестник Воронежского государственного технического университета. - 2015. - Т. 11. - № 6.2. С.54-56.

V.V. Safronov, V.F. Barabanov, A.M. Nyzhnyy, S.L. Podvalniy.

Practical features of implementation of the concept of a seamless integration in big information systems

Abstract. The paper proposes a method for eliminating defects and improving existing engineering techniques typical of the engineering enterprise. A complex development, presented as a set of automated software and hardware modules that can be integrated into a single computational environment for managing and sharing data between software applications within a single information space. Taking into account the concept of seamless integration developed given the structural and functional circuits of the specialized software. The proposed schemes and models focused on typical engineering company.

Keywords: 1С:PDM, information space, infrastructure, ANSYS, integration, seamless integration.

УДК 656.61.052

Н.А. Седова, В.А. Седов

ФБОУ ВПО «Морской государственный университет им. адм. Г.И. Невельского», Владивосток, Россия

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕОРИИ НЕЧЁТКИХ МНОЖЕСТВ ДЛЯ ОЦЕНКИ ОПАСНОСТИ СТОЛКНОВЕНИЯ СУДОВ ПО ИХ ВЗАИМНОМУ РАСПОЛОЖЕНИЮ

Аннотация. Предложена модель нечёткой системы определения степени опасности столкновения морских судов по их взаимному расположению. Нечёткая система включает в себя три входные и одну выходную лингвистические переменные, база правил нечётких продукций содержит 27 правил, составленных на основе экспертных информации, предоставленной судоводителями.

Ключевые слова: Нечёткое множество, лингвистическая переменная, нечёткая система, правило нечётких продукций, относительный курс, курсовой угол, относительная скорость, степень опасности столкновения

Анализ большинства аварий морских судов показывает, что их основная причина заключается не в отказе, например, технических средств судовождения, а в неготовности судоводителя принимать адекватные сложившейся ситуации решения. В связи с этим, разработка систем автоматической поддержки судоводителей является крайне актуальной задачей.

В настоящей работе предлагается модель системы автоматической поддержки на базе теории нечётких множеств (нечёткая система) [1] определения оценки опасности столкновения морских судов по взаимному расположению собственного судна (судно-оператор – СО) и судна-цели СЦ, т.е. судна, с которым необходимо безопасно разойтись. В источнике [2] отмечается, что существует 27 различных вариантов взаимного расположения судна-оператора и судна-цели, поэтому, положив в качестве входных лингвистических переменных (ЛП) [3] нечёткой системы характеристики морских судов, такие как относительный курс K_0 ; курсовой угол q ; относительную скорость V ($V = V_{Ц}/V_0$), определяемую отношением скорости судна-цели $V_{Ц}$ и скорости судна-оператора V_0 , получим выходную ЛП, характеризующую степень опасности столкновения морских судов по их взаимному расположению. Для задания нечётких множеств термов всех лингвистических переменных нечёткой системы определения оценки опасности столкновения морских судов по взаимному расположению судов

использовались линейная Z-образная, линейная S-образная и треугольная функции принадлежности.

Первая входная ЛП «Относительный курс» [2] имеет следующие термы базового терм-множества: «Меньше 90⁰», «Равно 90⁰», «Больше 90⁰». Графическое представление нечётких множеств, соответствующих термам первой входной ЛП, показано на рис. 1А. Терм «Меньше 90⁰» первой входной ЛП «Относительный курс» имеет функцию принадлежности, аналитический вид которой:

$$\mu_{M90}(x) = \begin{cases} 1, & x \leq 85, \\ \frac{90-x}{5}, & 85 < x < 90, \\ 0, & 90 \leq x. \end{cases}$$

Терм «Равно 90⁰» первой входной ЛП «Относительный курс» имеет функцию принадлежности, задаваемую по следующей формуле:

$$\mu_{R90}(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 85, \\ \frac{x-85}{5}, & 85 \leq x \leq 90, \\ \frac{95-x}{5}, & 90 \leq x \leq 95, \\ 0, & 95 \leq x. \end{cases}$$

Терм «Больше 90⁰» первой входной ЛП «Относительный курс» имеет функцию принадлежности, задаваемую по следующей формуле:

$$\mu_{B90}(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 90, \\ \frac{x-90}{5}, & 90 < x < 95, \\ 1, & 95 \leq x. \end{cases}$$

Вторая входная ЛП «Курсовой угол» [2] в качестве базового терм-множества имеет {«Меньше 90⁰», «Равно 90⁰», «Больше 90⁰»}. Заметим, что аналитическое представление функций принадлежности термов второй входной лингвистической переменной «Курсовой угол» совпадает с аналогичными термами первой лингвистической переменной «Относительный курс». Графическое представление соответствующих нечётких множеств второй входной ЛП показано на рис. 1Б. Третья входная ЛП «Относительная скорость» имеет следующие термы: «Меньше единицы», «Равно единице», «Больше единицы» (рис. 1В).

Терм «Меньше единицы» третьей входной ЛП «Относительный курс» имеет функцию принадлежности, аналитический вид которой:

$$\mu_{M1}(x) = \begin{cases} 1, & x \leq 0,5, \\ \frac{1-x}{0,5}, & 0,5 < x < 1, \\ 0, & 1 \leq x. \end{cases}$$

Терм «Равно единице» третьей входной ЛП «Относительный курс» имеет функцию принадлежности, задаваемую по следующей формуле:

$$\mu_{R1}(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 0,5, \\ \frac{x-0,5}{0,5}, & 0,5 \leq x \leq 1, \\ \frac{1,5-x}{0,5}, & 1 \leq x \leq 1,5, \\ 0, & 1,5 \leq x. \end{cases}$$

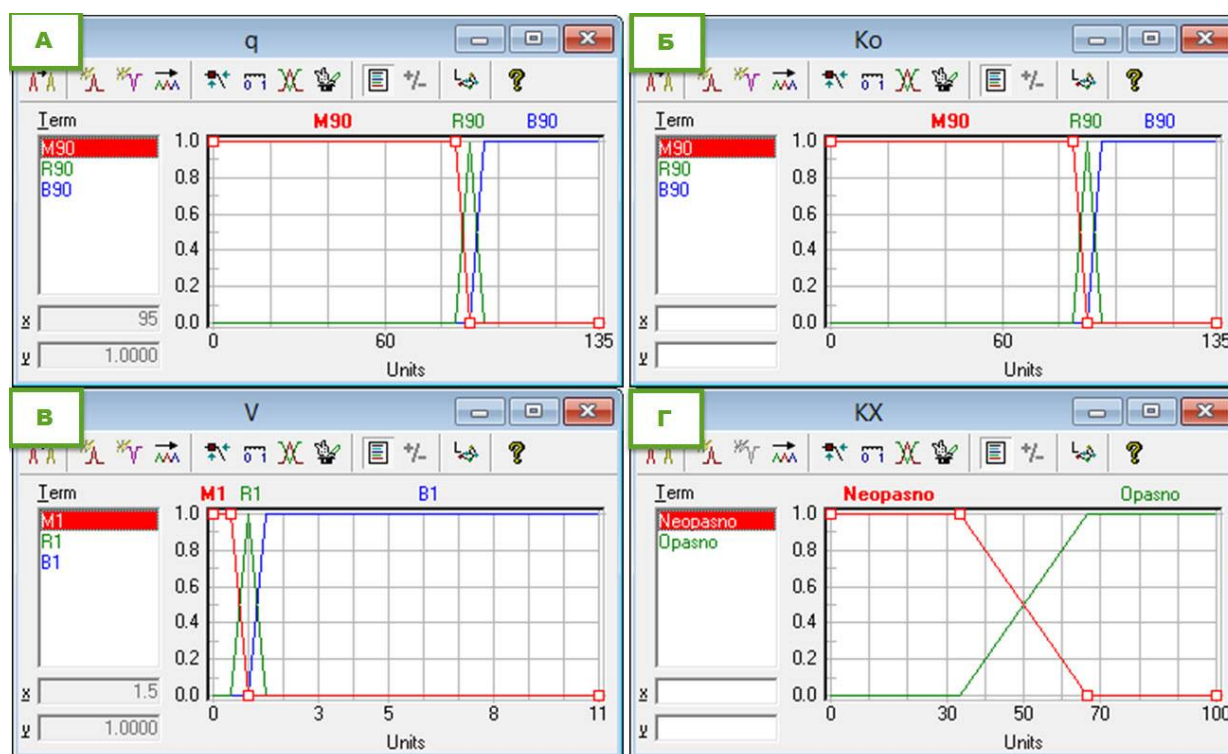


Рис. 1. А – Нечёткие множества ЛП «Относительный курс»; Б – нечёткие множества ЛП «Курсовой угол»; В – нечёткие множества ЛП «Относительная скорость»; Г – нечёткие множества выходной лингвистической переменной

Терм «Больше единицы» третьей входной ЛП «Относительный курс» имеет функцию принадлежности, задаваемую по следующей формуле:

$$\mu_{\text{Б1}}(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 1, \\ \frac{x-1}{0,5}, & 1 < x < 1,5, \\ 1, & 1,5 \leq x. \end{cases}$$

Выходная ЛП «Краткая характеристика взаимного расположения» [2] имеет следующие термы базового терм-множества: «Неопасно, проходит по корме», «Опасно, уступить дорогу при q правого борта» (рис. 1Г), при этом выходная ЛП имеет в качестве универсума отрезок $[0, 100]$, причем, чем выше величина характеристики цели, тем опаснее судно-цель по отношению к судно-оператору. Терм «Неопасно, проходит по корме» выходной ЛП имеет функцию принадлежности, аналитический вид которой:

$$\mu_{\text{Неопасно}}(x) = \begin{cases} 1, & x \leq 33,3, \\ \frac{66,7-x}{33,4}, & 33,3 < x < 66,7, \\ 0, & 66,7 \leq x. \end{cases}$$

Терм «Опасно, уступить дорогу при q правого борта» выходной ЛП имеет функцию принадлежности, задаваемую по следующей формуле:

$$\mu_{\text{Опасно}}(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 33,3, \\ \frac{x-33,3}{33,4}, & 33,3 < x < 66,7, \\ 1, & 66,7 \leq x. \end{cases}$$

Реализация нечёткой системы осуществлялась с использованием программной среды FuzzyTECH [4]. База правил нечётких продукций предложенной нечёткой системы определения оценки опасности столкновения морских судов состоит из 27 правил (составлены на основе работы [2]) (рис. 2А), в качестве метода нечёткого логического вывода используется метод Мамдани [4].

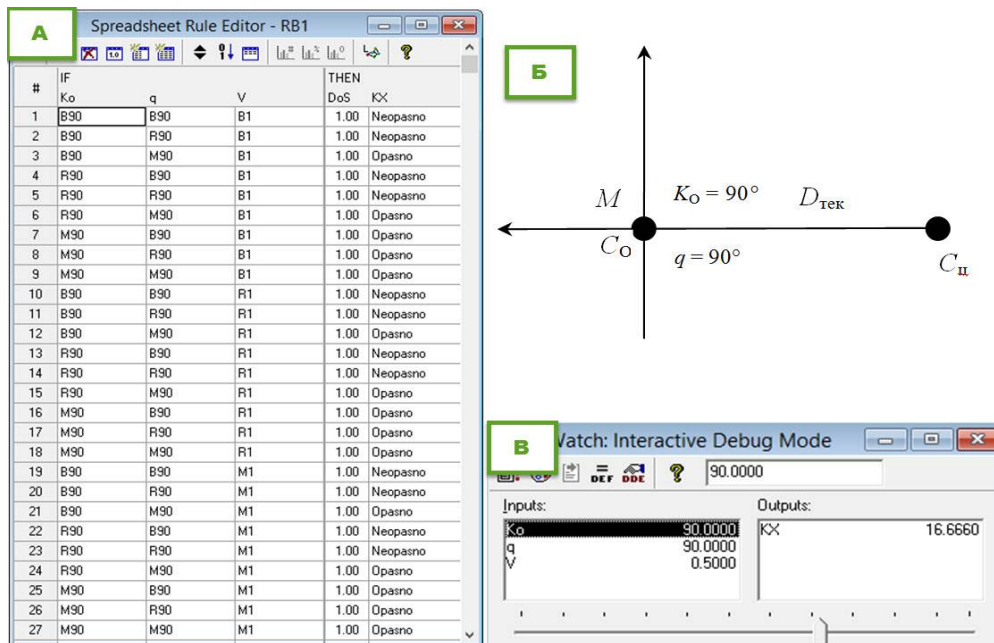
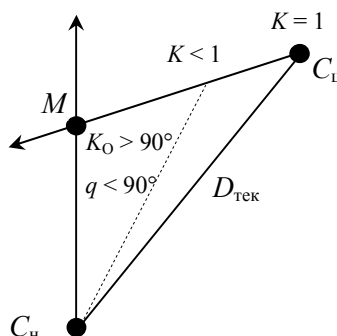


Рис. 2. А – База правил нечётких продукций; Б – тестовая ситуация расхождения судов №1; В – реакция нечёткой системы на тестовую ситуацию №1

Например, рассмотрим тестовую ситуацию №1, схематично изображенную на рис. 2Б. В этом случае, относительный курс судна-цели и судна-оператора равен 90° , курсовой угол также равен 90° , в случаях, когда скорость судна-цели равна скорости судна-оператора, больше или меньше этой скорости, суда благополучно расходятся, т.е. нечёткая система должна выдать терм «Неопасно, проходит по корме». Внеся указанную информацию в нечёткую систему, получим результат, представленный на рис. 2В.

Рис. 3. – Тестовая ситуация расхождения судов №2



Для тестовой ситуации №2, приведенной на рисунке 3, относительный курс судна-цели и судна-оператора больше 90° , курсовой угол меньше 90° , в случаях, когда скорость судна-цели почти совпадает со скоростью судна оператора, суда находятся в ситуации пересечения курсов, поэтому требуется маневр для расхождения, т.е. нечёткая система выдает терм «Опасно», как представлено на рисунке 4.

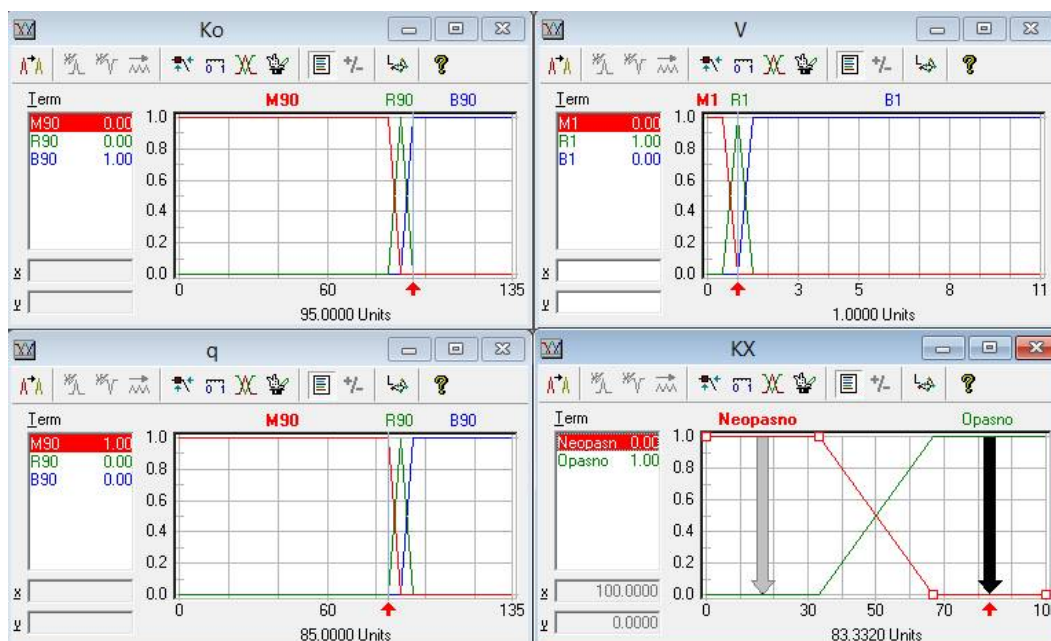


Рис. 4. Входные и выходная ЛП для тестовой ситуации №2

Протестировав аналогичным образом нечёткую систему на основных ситуациях сближения и расхождения судов, сделан вывод о её работоспособности. Такая нечёткая система призвана стать основой для разработки автоматической системы определения степени опасности столкновения морских судов с рекомендациями по маневрам расхождения.

Библиографический список

1. Доровской В.А., Чёрный С.Г. Нечёткие методы и модели управления интеллектуальными системами подводной добычи полезных ископаемых в условиях риска // Вестник государственного университета морского и речного флота им. адмирала С.О. Макарова. 2014. № 5 (27). С. 184-191.
2. Мальцев А.С. Маневрирование судов при расхождении. Одесса: ЦПАП, 2005. – 208 с.
3. Винокуров А.С., Белов И.В., Баженов Р.И. Использование метода нечёткого отношения предпочтения для принятия оптимального решения по выбору цифрового фотоаппарата // Современная техника и технологии. 2014. № 11 (39). С. 37-44.
4. Седова Н.А. Разработка интеллектуальных систем на базе нечёткой логики в FuzzyTech (методические указания к лабораторной работе). Владивосток: МГУ им. адм. Г.И. Невельского, 2012. – 56 с.

~ N.A. Sedova, V.A. Sedov
Ships risk collision rating by their mutual location using a theory of fuzzy sets
Abstract. A fuzzy model to determine the risk collision rating of ships on their mutual location is proposed. Fuzzy system includes three inputs and one output linguistic variables, fuzzy rule base product contains 27 rules.

УДК 004.65

М.С. Смирнова

Санкт-Петербургский государственный университет
аэрокосмического приборостроения, Санкт-Петербург, Россия.

ВНЕДРЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ВИРТУАЛЬНЫХ МАШИН В СЕТИ УНИВЕРСИТЕТА

Аннотация. Рассматриваются сети высших учебных заведений и вопросы внедрения в них технологии виртуальных машин.

Ключевые слова: компьютерная сеть, терминальные решения.

При развертывании единой образовательной информационной среды, обучении технических специалистов и сопровождении информационной инфраструктуры одним из ведущих аспектов является экономическая эффективность предлагаемых программно-технических решений, используемых в современных компьютерных сетях [1-12].

Снижению стоимости разворачивания и сопровождения информационных систем уделяется в последнее время все больше внимания со стороны специалистов. За счет применения передовых технологий наряду с решением данной задачи удастся обеспечить и дополнительную функциональность предлагаемых решений, которая незамедлительно востребуется высшей школой.

Еще на заре информатизации, когда большая часть работ и исследований в этой области носили теоретический характер, была доказана принципиальная эквивалентность определения понятия вычислимости функции или алгоритма, реализуемого для абстрактных вычислительных машин (например, машин Тьюринга, Маркова, Поста и т.д.). Таким образом, после доказательства соответствующих теорем было открыто широкое поле для реализации программных эмуляторов, которые, взяв за основу систему команд и архитектуру одной вычислительной машины, позволяли "поверх" нее имитировать работу другого вычислителя. Таким образом стало возможным изучать вопросы эффективности реализации алгоритмов на машинах разной архитектуры без воплощения рассматриваемого прототипа "в железе и кремнии".

Со временем была предложена наращиваемая архитектура вычислительных средств с взаимодействием устройств посредством документированных стандартизованных интерфейсов, а также "ядерная" компоновка операционных систем, когда отлаженный код, обеспечивающий

основную функциональность по диспетчеризации ресурсов и задач поставлялся разработчиком ОС, а поддержка дополнительных устройств реализовывалась посредством драйверов-расширений. Функциональность же систем расширялась за счет реализации новых протоколов обмена данными и разработки специализированных служб, обрабатывающих приходящие извне запросы. В ходе эволюции таких систем было предложена так называемая "виртуальная компоновка", когда разработчик системы предлагал реализацию внутри ОС модели компьютера с функциональным определением таких компонентов, как материнская плата, шина обмена данными, видеоадаптер, сетевой адаптер и т.д. Каждое устройство обеспечивало некоторый алгоритм работы. Привязка такого виртуального, отсутствующего в действительности компонента к реальному экземпляру осуществлялась посредством минидрайвера, который сопоставлял базовые функциональные возможности, свойственные некоторому классу устройств, конкретной системе команд и интерфейсу передачи данных конкретной платы расширения.

Особенно широко данный подход применяется на ПК архитектуры Intel x86 в ОС Windows NT/XP, системах реального времени (QNX, RTL), а также ряде систем UNIX. Одновременно с этим инженеры, разрабатывавшие пути повышения надежности функционирования и повышения коэффициента использования вычислительной мощности высокопроизводительных ЭВМ, например мэйнфреймов, реализовали возможность логического объединения групп процессоров, устройств хранения и передачи данных, изначально скомпонованных в единый вычислительный ресурс, как независимых ЭВМ. В конце 90-х годов прошлого века вычислительная мощность доминирующей архитектуры ПК (x86) стала достаточной для реализации сходных с логическими разделами мэйнфреймов идей.

На рынке присутствует несколько программных продуктов, работающих в современных мультизадачных операционных системах, которые позволяют эмулировать несколько независимых виртуальных ПК на одном реальном. Наиболее известен продукт VMware, обеспечивающий наиболее прозрачную эмуляцию и доступный для ключевых операционных систем. Рассматривая применение виртуальных машин в образовательном процессе и сопровождении информационных систем, мы будем ориентироваться на VMWare, хотя изложенные ниже взгляды не теряют актуальности при выборе альтернативной, сходной по функциям реализации ВМ.

VMWare использует расширенные возможности процессора Intel 80386 и выше (защищенный режим, 32-х разрядное адресное пространство, виртуальную память, уровни привилегий, настраиваемый пул ввода-вывода) и позволяет:

- выделять виртуальной машине оперативную память из установленной на хосте;

- формировать физический раздел диска для виртуальной машины или файл-образ;
- разделять порты USB, Com, LPT, что дает возможность подключения модемов, принтеров, сканеров и прочих устройств;
- определять приоритет виртуальной машины как процесса в операционной системе хоста;
- разделять накопители FDD и CDROM между хостом и виртуальными ПК;
- эмулировать сетевой адаптер за счет механизма MAC-emulation и NAT (сетевая трансляция адреса);

Таким образом, на виртуальный ПК может быть впоследствии установлена практически любая современная операционная система – любая версия Windows, Linux, FreeBSD и пр. Теперь рассмотрим варианты применения виртуальных ПК в университете:

- реализация гетерогенной сетевой среды с минимальными затратами оборудования;
- обеспечение качественной технической поддержки подразделений и служб ВУЗа за счет моделирования специалистами точной среды функционирования критичных для бизнес-приложений;
- обучение специалистов установке и настройке современных сетевых операционных систем без выделения специализированной техники и прерывания других учебных программ;
- отладка разрабатываемого программного обеспечения под различными операционными системами;
- хостинг виртуальных серверов подразделений на централизованно-обслуживаемом мощном сервере, обеспечивающем защиту данных с эффективным делегированием полномочий сотрудникам.

Следует отметить, что работа с виртуальными машинами требует от сотрудников и обучаемых более четкого представления об архитектуре ПК и умение абстрактно мыслить, что косвенно положительно сказывается на уровне подготавливаемых инженеров и специалистов.

Вопрос экономической целесообразности применения виртуальных машин достаточно сильно зависит от конкретных вариантов применения и применяемых методик оценки. Наиболее корректная оценка может быть сделана при применении методики оценки рисков для конкретного предприятия, что в общем случае неприменимо. Из опыта вузов можно сделать следующие оценки - для решения задачи многоплатформенного тестирования капитальные затраты на оборудование могут быть снижены в два-три раза, а в случае типового учебного класса эффективность повышается на 20-25%.

Таким образом, становится очевидным, что применение технологии виртуальных машин позволяет повысить эффективность обучения, снизить

совокупную стоимость владения информационными системами, а также значительно расширить области применения компьютерного оборудования в условиях университета.

Библиографический список

1. Лыкова Н.П. Информационный образовательный ресурс «Технические средства управления» // Современные проблемы науки и образования. 2009. № 1. С. 31..
2. Логинов С.М. Методический справочник "Современные информационные технологии в экономической науке и практике": Для бакалавров, обучающихся по направлению 080200 «Менеджмент». Самара, 2014. 24 с
3. Каяшев А.И., Рахман П.А., Шарипов М.И. Анализ показателей надежности двухуровневых магистральных сетей // Вестник Уфимского государственного авиационного технического университета. 2014. Т. 18. № 2 (63). С. 197-207.
4. Бобкова А.В., Бобкова Е.Ю. Формирование единого информационного пространства предприятия как направление совершенствования документационного обеспечения управления // Знания-стратегический ресурс российской экономики: материалы Всеросс. студенч. науч. конф., 20 нояб. 2009. – Самара: Самар. ин-т (фил.) ГОУ ВПО «РГТЭУ». - С. 272-275
5. Каяшев А.И., Рахман П.А., Шарипов М.И. Анализ показателей надежности локальных компьютерных сетей // Вестник Уфимского государственного авиационного технического университета. 2013. Т. 17. № 5 (58). С. 140-149.
6. Ivanov D.V., Katsyuba O.A. Recurrent Identification Of Autoregression In The Presence Of Observation Noises In Output Signal // International Siberian Conference on Control and Communications, SIBCON-2009; Proceedings International Siberian Conference on Control and Communications, SIBCON-2009. sponsors: Russian Found. Basic Res. RBFR proj. 09-07-06004, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics, Radar R and D. Tomsk, 2009. С. 79-82
7. Каяшев А.И., Рахман П.А., Шарипов М.И. Анализ показателей надежности избыточных дисковых массивов // Вестник Уфимского государственного авиационного технического университета. 2013. Т. 17. № 2 (55). С. 163-170.
8. Рахман П.А., Каяшев А.И., Шарипов М.И. Марковская цепь гибели и размножения в моделях надежности технических систем // Вестник Уфимского государственного авиационного технического университета. 2015. Т. 19. № 1. С. 140-154.
9. Рахман П.А., Каяшев А.И., Шарипов М.И. Модель надежности отказоустойчивой пограничной маршрутизации с двумя интернет-провайдерами // Вестник Уфимского государственного авиационного технического университета. 2015. Т. 19. № 1. С. 131-139.
10. Рахман П.А., Каяшев А.И., Шарипов М.И. Модель надежности отказоустойчивых систем хранения данных // Вестник Уфимского государственного авиационного технического университета. 2015. Т. 19. № 1. С. 155-166.
11. Рахман П.А., Шарипов М.И. Модель надежности двухузлового кластера приложений высокой готовности в системах управления предприятием // Экономика и менеджмент систем управления, 2015. №3 (17). С. 85-102.
12. Рахман П.А., Бобкова Е.Ю. Анализ коэффициента готовности двухуровневых магистральных сетей передачи данных // Reliability models in engineering and technical science-2015. Proceedings of the International scientific and practical conference. Saint-Louis, Missouri, USA, 2015. С. 40-55.
13. Рахман П.А., Бобкова Е.Ю. Модель надежности маршрутизации с двумя независимыми интернет-провайдерами. // Reliability models in engineering and technical

science-2015. Proceedings of the International scientific and practical conference. Saint-Louis, Missouri, USA, 2015. С. 63-72.

14. Рахман П.А., Смирнова М.С. Марковские цепи гибели и размножения в моделях надежности технических систем // Reliability models in engineering and technical science-2015 Proceedings of the International scientific and practical conference. Saint-Louis, Missouri, USA, 2015. С. 103-115.

15. Рахман П.А., Фролова Е.А. Специализированные модели системы хранения данных на базе избыточных дисковых массивов // Reliability models in engineering and technical science-2015. Proceedings of the International scientific and practical conference. Saint-Louis, Missouri, USA, 2015. С. 77-86.

M.S. Smirnova

Implementing virtual machine technology in university computer network

Abstract. This paper deals with implementation of virtual machine technology in university computer network.

Keywords: computer network, virtual machine.

УДК 004.732

Н.С. Советкина

Самарский институт (филиал) ФГБОУ ВПО «РЭУ им. Г.В. Плеханова»,
Самара, Россия.

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОРПОРАТИВНЫХ СЕТЕЙ ВЫСШИХ
УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ**

Аннотация. Рассматриваются корпоративные сети учебных заведений и особенности их проектирования.

Ключевые слова: корпоративные системы, сети учебных заведений

В сегодняшнем мире одним из средств обеспечения связи между удаленными пользователями является всемирная сеть Интернет. Однако, само по себе подключение к Интернет не удовлетворяет полностью требованиям современного ВУЗ. Требуется также и некоторая внутренняя информационная структура, где одним из важнейших элементов является информационно-вычислительная сеть ВУЗ. Согласно принятому делению компьютерных сетей, такие сети обычно относятся к разряду кампусных сетей – сетей масштаба предприятия [1-12].

Проблемы, с которыми сталкиваются сети высших учебных заведений, можно классифицировать как проблемы, которые нужно решать при проектировании и реализации сети, так и проблемы, возникающие при ее

эксплуатации. При правильном подходе к проектированию информационно-вычислительных сетей ВУЗов можно снять и большую часть проблем, возникающих в ходе эксплуатации.

Одной из проблем, возникающих в ходе проектирования и реализации сетей, является особенности застройки и планировки зданий ВУЗ. Многие ВУЗ в России занимают достаточно большие территории (несколько кварталов), застроенных низко-этажными зданиями с большой протяженностью коридоров. Обычно на одной территории расположено несколько учебных корпусов на расстоянии десятков или сотен метров друг от друга. При этом некоторые старые здания имеют протяженность до 1500 метров. При построении компьютерных сетей в условиях такой застройки и планировки зданий затруднительно использовать медные кабели типа «витая пара», поскольку максимальное расстояние по кабелю для сетей Ethernet составляет всего 100 метров. Использование сетей Ethernet на медном кабеле в таких условиях приводит к необходимости устанавливать большое количество активного оборудования в корпусах. Большое количество активного оборудования, установленного каскадным образом, в неподходящих условиях по электропитанию и окружающей среде резко снижает показатели надежности и качества сети. Альтернативой медной кабельной сети является либо использование систем беспроводной связи, либо использование оптических линий связи. При всей дороговизне оптических линий связи и сложностей при их монтаже, их использование имеет ряд неоспоримых преимуществ по сравнению с системами беспроводного доступа:

Системы беспроводного доступа делят среду передачи данных (shared baseband), в то время как Ethernet на оптоволоконном кабеле предоставляет коммутируемую (switched) среду передачи данных.

Оптические сети предоставляют большую пропускную способность. На сегодняшний день доступное оборудование обеспечивает скорости до 2 Гбит/с на одной паре оптического волокна, перспективное до 20 Гбит/с.

При соблюдении правил прокладки кабелей и их эксплуатации оптические кабели могут служить десятилетиями.

В современных зданиях, как правило, имеется достаточное количество электрооборудования, которое вносит помехи в беспроводные сети.

При соблюдении современных требований к компьютерным сетям можно обеспечить долговременную и устойчивую работу сети с допустимыми затратами на ее содержание. Требования к современным сетям на сегодняшний день следующие:

- высокая производительность сети;
- надежность и безопасность функционирования сети;
- гибкие возможности масштабирования сети;

- “прозрачность” сети – сокрытие от пользователя деталей внутренней физической и логической структуры сети;
- возможность поддержки различных видов трафика. Здесь имеется в виду то, что сеть должна обеспечивать передачу трафика реального времени, предоставляя таким данным наивысший приоритет и обеспечивая заданную задержку;
- управляемость сети, возможности для диагностики и мониторинга;
- совместимость сети с различным сетевым оборудованием и ПО.

Для того чтобы обеспечить выполнение требований к современным сетям необходимо на этапе проектирования и создания выделить в сети три ключевых уровня иерархической структуры сети ВУЗ:

Уровень доступа. Уровень доступа представляет собой линии связи, соединяющие пользовательские компьютеры с коммутаторами уровня распределения. Для поддержки заданных характеристик качества обслуживания необходимо исключить из уровня распределения неуправляемые коммутаторы класса рабочих групп. Оборудование уровня доступа следует устанавливать в общедоступных местах. Обеспечить возможность удаленного управления коммутирующим оборудованием. В перспективе на уровне доступа обеспечивается возможность авторизованного персонального доступа к среде передачи данных на основе стандартов IEEE 802.1X

Уровень распределения. Представляет собой опорные сети корпусов на основе многомодового оптоволокна. Поддержка резервирования в уровне распределения производится на основе протоколов семейства STP (Spanning Tree Protocol). Оборудование уровня распределения должно поддерживать параллельные соединения (группировка портов, trunk), обмен данными на основе служебных протоколов GARP (GVRP или VTP). Уровень распределения должен поддерживать заданное качество обслуживания на основе приоритетов.

Уровень ядра. Представляет собой опорную сеть на базе одномодовых оптоволоконных линий связи. Следует также ввести в ядро сети резервирование, создав два независимых сегмента ядра. Ядро сети должно базироваться на современных высокопроизводительных модульных коммутаторах 3-го уровня. Оборудования ядра сети должны быть модульным для того, чтобы обеспечить возможность включения новых технологий, например переход на стандарт 10 Гбит Ethernet. Ядро сети должно поддерживать резервирование соединения с маршрутизаторами (протоколы VRRP или HSRP). Необходима поддержка маршрутизации групповых сообщений (multicast routing). Для сегментирования сети оборудование ядра должно поддерживать обмен данными на основе служебных протоколов GARP (GVRP или VTP) и поддержку заданного качества обслуживания на основе очередей с приоритетами. Основой

создания ядра сети служат протоколы 3-го уровня модели OSI (протокол IP, IP-маршрутизация).

Для некоторых сетей можно строить ядро сети, вырожденное в точку, когда большая часть трафика, производимого сетью, обрабатывается одним устройством – центральным маршрутизатором. Такая схема имеет свои преимущества – ею проще управлять, практически все управление сведено в одну точку. Однако, есть и недостатки:

- масштабирование, как правило, подразумевает замену центрального маршрутизатора на более мощную модель;
- совмещение в одном устройстве служб передачи данных и контроля доступа приводит к перегрузке;
- расширение сети может производиться в основном за счет подключения новых интерфейсов к центральному маршрутизатору, что тоже увеличивает нагрузку на него;
- низкая надежность такого решения.

Поэтому более перспективно использовать распределенное ядро, включающее в себя несколько маршрутизаторов/коммутаторов. Большинство современных локальных и кампусных сетей используют технологию Ethernet. При этом очень важно минимизировать размеры широковещательных доменов. Делается это с помощью сегментирования сети. Одним из наиболее современных и функциональных методов сегментирования является использование виртуальных локальных сетей (VLAN). При этом весь широковещательный Ethernet трафик локализуется в рамках одной VLAN. Одна VLAN обычно ассоциируется с одной IP сетью. Маршрутизация между сетями в таком случае обеспечивается оборудованием ядра сети. Членство в VLAN может основываться как на принципе расположения компьютера и подключении к определенному порту коммутатора уровня распределения, так и на основании информации о пользователях, получаемой в момент авторизации.

При полном соблюдении изложенных принципов сеть ВУЗа будет обладать следующими принципиальными качествами:

- масштабируемость, т.е. возможность быстро и с минимальными затратами адаптироваться к изменяющимся потребностям университета, в частности, количества рабочих мест, их местоположения, безопасности, производительности, управляемости;
- высокая отказоустойчивость по отношению к сбоям оборудования и линий связи, ошибкам обслуживающего персонала;
- высокая производительность, необходимая и достаточная для одновременной передачи по сети ВУЗ трафика данных, голоса и видео;
- комплексная безопасность, в том числе;
- средства управления сетью для обеспечения высокой эффективности процедур сопровождения, технической поддержки и других аспектов

повседневной эксплуатации, являющихся основой для качественной работы информационной системы.

Библиографический список

1. Лыкова Н.П. Информационный образовательный ресурс «Технические средства управления» // Современные проблемы науки и образования. 2009. № 1. С. 31
2. Каяшев А.И., Рахман П.А., Шарипов М.И. Анализ показателей надежности локальных компьютерных сетей // Вестник Уфимского государственного авиационного технического университета. 2013. Т. 17. № 5 (58). С. 140-149
3. Олифер В.Г., Олифер Н.А. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы. – 4-е изд. – СПб.: Питер, 2010.
4. Каяшев А.И., Рахман П.А., Шарипов М.И. Анализ показателей надежности двухуровневых магистральных сетей // Вестник Уфимского государственного авиационного технического университета. 2014. Т. 18. № 2 (63). С. 197-207.
5. Рахман П.А., Каяшев А.И., Шарипов М.И. Марковская цепь гибели и размножения в моделях надежности технических систем // Вестник Уфимского государственного авиационного технического университета. 2015. Т. 19. № 1. С. 140-154.
6. Рахман П.А., Каяшев А.И., Шарипов М.И. Модель надежности отказоустойчивой пограничной маршрутизации с двумя интернет-провайдерами // Вестник Уфимского государственного авиационного технического университета. 2015. Т. 19. № 1. С. 131-139.
7. Рахман П.А., Каяшев А.И., Шарипов М.И. Модель надежности отказоустойчивых систем хранения данных // Вестник Уфимского государственного авиационного технического университета. 2015. Т. 19. № 1. С. 155-166.
8. Рахман П.А., Шарипов М.И. Модель надежности двухузлового кластера приложений высокой готовности в системах управления предприятием // Экономика и менеджмент систем управления, 2015. №3 (17). С. 85-102.
9. Рахман П.А., Бобкова Е.Ю. Анализ коэффициента готовности двухуровневых магистральных сетей передачи данных // Reliability models in engineering and technical science-2015. Proceedings of the International scientific and practical conference. Saint-Louis, Missouri, USA, 2015. С. 40-55.
10. Рахман П.А., Бобкова Е.Ю. Модель надежности маршрутизации с двумя независимыми интернет-провайдерами. // Reliability models in engineering and technical science-2015. Proceedings of the International scientific and practical conference. Saint-Louis, Missouri, USA, 2015. С. 63-72.
11. Рахман П.А., Смирнова М.С. Марковские цепи гибели и размножения в моделях надежности технических систем // Reliability models in engineering and technical science-2015 Proceedings of the International scientific and practical conference. Saint-Louis, Missouri, USA, 2015. С. 103-115.
12. Рахман П.А., Фролова Е.А. Специализированные модели системы хранения данных на базе избыточных дисковых массивов // Reliability models in engineering and technical science-2015. Proceedings of the International scientific and practical conference. Saint-Louis, Missouri, USA, 2015. С. 77-86.
13. Каяшев А.И., Рахман П.А., Шарипов М.И. Анализ показателей надежности избыточных дисковых массивов // Вестник Уфимского государственного авиационного технического университета. 2013. Т. 17. № 2 (55). С. 163-170
14. Лычев С.А., Сидоров Ю.В. Трехслойные непологие сферические оболочки наибольшей жесткости // Обозрение прикладной и промышленной математики. Выпуск 2. №XII, 2001, с. 637-638

15. Бобкова Е.Ю. Использование ЭВМ в учебном процессе для повышения квалификации кадров // Теоретические и методические проблемы высшего и среднего профессионального образования: сб. научных работ / Под ред. Г.П. Корнева. - Самара: Самарский металлургический техникум; Тольятти: ТГУ, 2001.-С. 129-137

16. Фролова Е.А. Идентификация технологических процессов производства сложных технических систем в условиях неопределенности // Вопросы радиоэлектроники. 2011. Т. 2. № 2. С. 153-158.

17. Фролова Е.А. Оценка уровня качества сложных технических систем на этапе разработки // Вопросы радиоэлектроники. 2011. Т. 1. № 3. С. 173-178

~ N.S. Sovetkina

~ **Designing of university computer networks**

~ **Abstract.** This paper deals with university corporate networks. Designing tips for corporate networks are also discussed within scope of this article.

~ **Keywords:** corporate systems, campus networks.

УДК 004.827

М.М. Стримжа, М.В. Мазур, Н.А. Седова

ФБОУ ВПО «Морской государственный университет им. адм. Г.И. Невельского», Владивосток, Россия

РЕАЛИЗАЦИЯ В MATHCAD ЭЛЕМЕНТОВ ТЕОРИИ НЕЧЁТКИХ МНОЖЕСТВ

Аннотация. В статье представлены результаты программных реализаций в математическом пакете Mathcad элементов теории нечётких множеств. Показан фрагмент программы для определения транзитивного замыкания бинарных нечётких отношений, заданных матричным способом.

Ключевые слова: Нечёткое множество, функция принадлежности, унарная операция, бинарная операция, множество α - уровня, нечёткое отношение, композиция нечётких отношений, транзитивное замыкание, нечёткое высказывание, принцип обобщения, нечёткое дерево решений.

Теория нечётких множеств получила достаточно широкое распространение при разработке систем поддержки принятия решений, в частности, понятие нечёткого множества используется в работах [1-3], а нечёткого отношения – в работах [4, 5], поэтому использование известных «систем компьютерной математики» [6], таких как Mathcad, Matlab и др. для программной реализации основных элементов теории представляется авторам актуальным.

В настоящей работе представлены результаты программных реализаций элементов теории нечётких множеств и алгоритмов, связанных с указанной теорией, в математическом пакете Mathcad. Функционал комплекса разработанных программ включает в себя:

1. Построение функций принадлежности нечётких множеств, заданных, во-первых, табличным способом [7], во-вторых, аналитически. При этом аналитическое задание нечётких множеств представлено следующими функциями принадлежности [8]: `dsigmf` – разность двух сигмоидных функций принадлежности; `gauss2mf` – двухсторонняя кривая Гаусса; `gaussmf` – кривая Гаусса; `gbellmf` – колоколообразная функция принадлежности; `rimf` – П-образная функция принадлежности; `psigmf` – произведение двух сигмоидных функций принадлежности; `smf` – S-образная функция принадлежности; `sigmf` – сигмоидная функция принадлежности; `trapmf` – трапециевидная функция принадлежности; `trimf` – треугольная функция принадлежности; `zmf` – Z-образная функция принадлежности.

2. Определение унарных операций над нечёткими множествами, заданными табличным, матричным или аналитическим способами [7, 8]. К унарным операциям над нечёткими множествами относятся дополнение, возведение в степень (включая растяжение и концентрирование), умножение нечёткого множества на число.

3. Определение бинарных операций над нечёткими множествами, заданными табличным, матричным и аналитическим способами [7, 8]. К бинарным операциям над нечёткими множествами относятся: операция `min`-пересечения; операция `max`-объединения; алгебраическое пересечение; алгебраическое объединение; граничное пересечение; граничное объединение; драстическое объединение; драстическое пересечение; разность; симметрическая разность; дизъюнктивная сумма. Для нечётких множеств, заданных аналитическим способом, в пакете Mathcad реализованы такие операции над нечёткими множествами [9], как объединение Гамахера, пересечение Гамахера, объединение Эйнштейна, пересечение Эйнштейна, усиленное объединение, усиленное пересечение, оператор объединения Ягера, оператор пересечения Ягера, дизъюнктивная сумма.

4. Доказательство выполнимости/невыполнимости законов теории нечётких множеств для операции `min`-пересечения и операции `max`-объединения, алгебраических пересечения и объединения, граничных пересечения и объединения, драстических пересечения и объединения. К реализованным в пакете Mathcad законам относятся [8]: законы коммутативности, законы ассоциативности, законы универсальной верхней и нижней границы, законы де Моргана, законы дистрибутивности, законы идемпотентности, законы поглощения, закон исключенного третьего и закон тождества (законы дополнения).

5. Определение расстояний между нечёткими множествами [10, 11] (евклидово, относительное евклидово, Хэмминга, относительное Хэмминга), определение ближайшего чёткого множества, линейного индекса нечёткости и квадратичного индекса нечёткости для конечного нечёткого множества [12].

6. Разложение нечёткого множества по множествам α -уровня [7].

7. Методика Д.М. Назарова для расчёта индексов нечёткости множеств оценок экспертов уровня [7].

8. Использование теории нечётких множеств для решения задач на примерах: решение задачи выбора покупки персонального компьютера; решение задачи выбора места для строительства на примере химического комбината [13]; определение оптимального количества содержания жира и белков на примере молочной колбасы [14]; для оптимизации стоимости на примере плодово-ягодных нектаров [15]; для оценки мероприятий по снижению рисков возникновения чрезвычайных ситуаций [16] и др. [7].

9. Задание аналитическим способом бинарных нечётких отношений [11].

10. Определение унарных и бинарных операций над бинарными нечёткими отношениями, заданными матричным способом. Перечень унарных и бинарных операций над бинарными нечёткими отношениями совпадает с перечнем унарных и бинарных операций над нечёткими множествами.

11. Определение композиции бинарных нечётких отношений [8], заданных матричным способом, при этом реализованы следующие формулы для расчёта композиции: максиминная, максимultiпликативная, минимаксная, максимаксная, миниминная, max-average-композиция, sum-prod-композиция.

12. Нахождение транзитивного замыкания [8] бинарных нечётких отношений, заданных матричным способом.

13. Использование бинарных нечётких отношений для решения задач на примерах: задача выявления конкурентоспособной виброзащитной технологии; задача выбора типа судов для перевозки грузов [17]; оценка риска трудно формализуемых факторов на основе нечеткой композиции [18].

14. Определение основных и альтернативных операций [8] над нечёткими высказываниями: отрицание, конъюнкция (основная, алгебраическая, граничная), дизъюнкция (основная, алгебраическая, граничная), импликация (по формулам, предложенным Л. Заде, Е. Мамдани, Я. Лукасевичем, Дж. Гогеном, Н. Вади, Л. Брауэром, нечёткая импликация граничной суммы, нечёткая импликация по формуле произведения и нечёткая импликация стандартной логики последовательностей) и эквивалентность.

15. Использование принципа обобщения [18] для определения аналогов арифметических операций, получение аналогов арифметических операций в пакете Mathcad.

16. Использование нечётких деревьев решений [19] на примере определения рейтинга клиента для выдачи кредита.

17. Реализация в пакете Mathcad горного алгоритма кластеризации [18].

18. Реализация в пакете Mathcad метода парных сравнений [18].

Например, покажем возможности пакета Mathcad для определения транзитивного замыкания бинарных нечётких отношений, заданных матричным способом. Рассмотрим бинарное нечёткое отношение, представленное в виде матрицы $M1$, в этом случае результат операции транзитивного замыкания этого нечёткого отношения можно представить в форме соответствующей матрицы $M1^k$, где каждая следующая степень бинарного нечёткого отношения определяется по формуле композиции, причем в случае, если результирующая матрица бинарного нечёткого отношения совпадает с предыдущей, то расчёты завершаются, полученная последняя матрица соответствует транзитивному замыканию первоначального бинарного нечёткого отношения. Таким образом, рассмотрим следующее бинарное нечёткое отношение, введем его в Mathcad следующим образом:

$$M1 := \begin{pmatrix} 1 & 0.8 & 0.4 & 0.2 & 0 \\ 0.8 & 1 & 0.1 & 0.7 & 0.2 \\ 0.4 & 0.1 & 1 & 0.6 & 0.5 \\ 0.2 & 0.7 & 0.6 & 1 & 0 \\ 0 & 0.2 & 0.5 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

Для получения матрицы транзитивного замыкания этого бинарного нечёткого отношения применим максиминную композицию, для этого в Mathcad введем следующую последовательность команд:

```
M2 :=
K ← cols(M1)
I ← rows(M1)
J ← cols(M1)
for i ∈ 1..I
  for j ∈ 1..J
    s ← 0
    for k ∈ 1..K
      sk ← min(M1i,k, M1k,j)
    ri,j ← max(s)
return r
```

В результате получаем матрицу бинарного нечёткого отношения вида

$$M2 = \begin{pmatrix} 1 & 0.8 & 0.4 & 0.7 & 0.4 \\ 0.8 & 1 & 0.6 & 0.7 & 0.2 \\ 0.4 & 0.6 & 1 & 0.6 & 0.5 \\ 0.7 & 0.7 & 0.6 & 1 & 0.5 \\ 0.4 & 0.2 & 0.5 & 0.5 & 1 \end{pmatrix}.$$

Сравним полученную матрицу с первоначальной, применив следующую процедуру:

```
Sravn(M1,M2) :=
  N ← 0
  for i ∈ 1..5
    for j ∈ 1..5
      N ← N + 1 if M1i,j = M2i,j
  return N
```

Указанная программа работает по принципу: вводим счетчик N; если элемент матрицы M1 равен соответствующему элементу матрицы M2, то счетчик увеличивается на единицу. Если в конечном итоге счетчик оказывается равным 25 (поскольку в первоначальной матрице 25 элементов), то матрицы являются равными, в противном случае – различными.

В нашем случае сравнение показало следующий результат:
 $Sravn(M1, M2) = 17$

Поскольку полученное значение счетчика не равно 25, следовательно, матрицы M1 и M2 не совпадают, поэтому процедура повторяется до тех пор, пока результирующая матрица не будет равна предыдущей. В конечном счёте, получим матрицу M4 следующего вида:

$$M4 = \begin{pmatrix} 1 & 0.8 & 0.6 & 0.7 & 0.5 \\ 0.8 & 1 & 0.6 & 0.7 & 0.5 \\ 0.6 & 0.6 & 1 & 0.6 & 0.5 \\ 0.7 & 0.7 & 0.6 & 1 & 0.5 \\ 0.5 & 0.5 & 0.5 & 0.5 & 1 \end{pmatrix},$$

сравнив её с матрицей M3, делаем вывод о том, что они не совпадают, после чего определим матрицу M5 вводом в пакет Mathcad следующей последовательности команд:

```

M5 :=
  K ← cols(M1)
  I ← rows(M1)
  J ← cols(M4)
  for i ∈ 1..I
    for j ∈ 1..J
      s ← 0
      for k ∈ 1..K
        sk ← min(M1i,k, M4k,j)
      ri,j ← max(s)
  return r

```

$$M5 = \begin{pmatrix} 1 & 0.8 & 0.6 & 0.7 & 0.5 \\ 0.8 & 1 & 0.6 & 0.7 & 0.5 \\ 0.6 & 0.6 & 1 & 0.6 & 0.5 \\ 0.7 & 0.7 & 0.6 & 1 & 0.5 \\ 0.5 & 0.5 & 0.5 & 0.5 & 1 \end{pmatrix}$$

Сравним матрицы бинарных нечётких отношений M4 и M5:

```

Sravn3(M4, M5) :=
  N ← 0
  for i ∈ 1..5
    for j ∈ 1..5
      N ← N + 1 if M4i,j = M5i,j
  return N

```

$$Sravn3(M4, M5) = 25$$

В результате получили, что матрица M4 совпадает с матрицей M5, т. к. значение счетчика равно 25, следовательно, матрица M4 является матрицей транзитивного замыкания матрицы M1, обозначим её через Mrez.

$$Mrez := \begin{pmatrix} 1 & 0.8 & 0.6 & 0.7 & 0.5 \\ 0.8 & 1 & 0.6 & 0.7 & 0.5 \\ 0.6 & 0.6 & 1 & 0.6 & 0.5 \\ 0.7 & 0.7 & 0.6 & 1 & 0.5 \\ 0.5 & 0.5 & 0.5 & 0.5 & 1 \end{pmatrix}$$

Таким образом, в математическом пакете Mathcad реализован ряд программных реализаций элементов и некоторых алгоритмов теории нечётких множеств, который возможно использовать для решения

различных практических задач, в том числе для использования в системах поддержки принятия решений, использующих теорию нечётких множеств.

Библиографический список

1. Черный С.Г., Доровской В.А. Модель оптимизации нечётких процессов принятия решений диагностики морского оборудования // Автоматизация процессов управления. 2014. № 3 (37). С. 89-94.
2. Подвальный С.Л., Кравец О.Я. Проблематика современных научных исследований в публикациях журнала «Системы управления и информационные технологии» в третьем квартале 2008 года // Информационные технологии моделирования и управления. 2009. № 5 (57). С. 677-692.
3. Кравец О.Я., Подвальный С.Л. Проблематика современных научных исследований в публикациях журнала «Системы управления и информационные технологии» в первом квартале 2009 года // Информационные технологии моделирования и управления. 2009. № 6 (58). С. 800-815.
4. Чёрный С.Г., Жиленков А.А. Интеллектуальная поддержка принятия решений при оптимальном управлении для судовых электроэнергетических систем // Вестник государственного морского университета им. адмирала Ф.Ф. Ушакова. 2014. № 2 (7). С. 29-33.
5. Винокуров А.С., Белов И.В., Баженов Р.И. Использование метода нечёткого отношения предпочтения для принятия оптимального решения по выбору цифрового фотоаппарата // Современная техника и технологии. 2014. № 11 (39). С. 37-44.
6. Балашов О.В., Круглов В.В. Программная реализация бинарных арифметических операций для нечётких чисел // Программные продукты и системы. 2009. № 2. С. 121-122.
7. Сервисы MATHCAD 14: реализация технологий экономико-математического моделирования: [Электронный ресурс] // ИНТУИТ: Национальный открытый институт, режим доступа: <http://www.intuit.ru/studies/courses/3681/923/info>, свободный. (Дата обращения: 21.07.2015).
8. Леоненков А.В. Нечёткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH. СПб: БХВ-Петербург, 2005 – 736 с.
9. Пегат А. Нечёткое моделирование и управление / А. Пегат; пер. с англ. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. – 798 с.
10. Горбатов В.А. Фундаментальные основы дискретной математики. Информационная математика. М.: Наука. Физматлит, 2000. – 544 с.
11. Кофман А. Введение в теорию нечетких множеств: Пер. с фр. В.Б. Кузьмина / Под. ред. С.И. Травкина. – М.: Радио и связь, 1982. – 432 с.
12. Гусева А.И., Тихомирова А.Н. Дискретная математика для информатиков и экономистов: Учебное пособие. – М.: НИЯУ МИФИ, 2010. – 280 с.
13. Зудина Т.А. Решение многокритериальных задач оптимизации в школьном курсе с использованием аппарата «Нечетких множеств» // Информатизация образования. Материалы всероссийской конференции. –Барнаул, 2006.
14. Яньков В.Ю. Лабораторный практикум по Маткаду. Модуль 3 Моделирование в Маткаде. Для преподавателей, аспирантов и студентов технических, технологических и экономических специальностей всех форм обучения. – М., МГУТУ, 2009. – 68 с.
15. Байченко Л. А., Байченко А. А. Использование нечётких множеств при определении стоимости профилактического нектара «Витанект» // Электронный научный журнал «Экономика и экологический менеджмент». – 2012. – № 1. – URL: <http://economics.open-mechanics.com/articles/42>.

16. Гладков П. С., Гладков С. В. Метод нечёткого многокритериального анализа в оценке мероприятий для снижения рисков возникновения чрезвычайных ситуаций: Прил. к журналу «Современные наукоемкие технологии». – 2008. – № 4. – С. 62-70.

17. Коваленко И.И., Пономаренко Т.В., Швед А.В. Принятие решений по выбору типов судов для перевозки грузов на основе нечётких отношений // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х: НТУ «ХПІ», – 2012. - № 68 (974). – С. 62-67.

18. Гуцин А.В. Теория и алгоритмы: нечеткие арифметика, кластеризация, синтез знаний и принятие решений в условиях лингвистической неопределенности: учеб. пособие для вузов / А.В. Гуцин; Самарский гос. ун-т путей сообщения. – Самара : СамГУПС, 2012. – 96 с.

19. Нечеткие деревья решений: [Электронный ресурс] // BaseGroup Labs: Технологии анализа данных, режим доступа: http://www.basegroup.ru/library/analysis/fuzzylogic/fuzzy_dtrees/, свободный. (Дата обращения: 21.07.2015).

М.М. Strimzha, M.V. Mazur, N.A. Sedova

Elements of the fuzzy sets theory in Mathcad

Abstract. The paper presents the results of program realization in Mathcad elements of fuzzy sets theory. The program fragment to determine the transitive closure of fuzzy binary relations defined by the matrix method is shown.

УДК 004.42**Н.С. Терехов, О.Б. Кремер**

ФГБОУ ВПО Воронежский государственный технический университет,
Воронеж, Россия.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА СВОБОДНО РАСПРОСТРАНЯЕМОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ УЧЕБНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Аннотация. В статье рассмотрены этапы создания автоматизированной системы. База данных системы хранит информацию о свободно программном обеспечении, которое представлено в Интернете для учебного процесса.

Ключевые слова: База данных, автоматизированная информационная система, программное обеспечение учебного назначения.

В ходе подготовки к учебному процессу по дисциплине преподаватели осуществляют поиск в Интернете свободно распространяемых программ, которые надо установить в компьютерных классах, лекционных аудиториях для проведения занятий. Основная трудность проведения поиска в Интернете - большое количество информации, которую надо проанализировать по различным параметрам. Поэтому разработка автоматизированной информационно-справочной системы (АИСС) свободно распространяемого программного обеспечения (ПО) является актуальной.

Автоматизированная информационная система - это совокупность различных программно-аппаратных средств, которые предназначены для автоматизации какой-либо деятельности, связанной с передачей, хранением и обработкой различной информации [1].

Программное обеспечение учебного назначения - это такое программное обеспечение, в котором отражается некоторая предметная область, в той или иной мере реализуется технология ее изучения, обеспечивается условие для осуществления различных видов учебной деятельности [2].

В статье рассматривается разработка АИСС на основе базы данных (БД), хранящей информацию о свободно распространяемом ПО учебного назначения, организация запроса к базе данных и получение результатов запроса, а также обращение к нужной странице в Интернете со ссылкой для скачивания ПО.

В ходе разработки АИСС необходимо создать базу данных со структурированным описанием ПО учебного назначения, а также создать удобный и понятный интерфейс пользователя.

База данных будет включать такую информацию, как категория ПО, учебная дисциплина, которая может использовать конкретное ПО, название ПО, необходимая операционная система (ОС), используемый язык, минимальные требования к компьютеру, адрес страницы в Интернете.

АИСС должна формировать запросы пользователя к БД, выдавать результаты, а также осуществлять режим ведения информации в БД.

Представим этап проектирования АИСС.

На первом шаге данного этапа была построена структура функциональных модулей АИСС «Свободно распространяемое ПО», которая состоит из 21 модуля и представлена на рисунке 1.

Управляющий модуль АИСС предназначен для взаимодействия пользователя с программой и других модулей между собой [3].

Модуль «ПО учебного назначения» предназначен для поиска ПО по заданным параметрам, в состав которого входят следующие модули:

- модуль «Выбор параметров поиска», который предназначен для осуществления пользователем выбора таких параметров, как дисциплина, категория ПО, название программы, версия ОС;
- модуль «Формирование запроса к БД», который предназначен для создания запроса к БД на поиск информации;
- модуль «Поиск информации в БД», который предназначен для организации поиска информации по заданным пользователем параметрам;
- модуль «Результаты поиска в БД», который предназначен для вывода на экран пользователю результатов поиска;
- модуль «Обращение к странице Интернета с файлами ПО», который предназначен для перехода по ссылке на сайт разработчика с файлами ПО для скачивания.

Модуль «Допуск к изменению информации БД» предназначен для защиты от изменения информации БД путем ввода логина и пароля.

Модуль «Ведение БД» предназначен для работы с базой данных и включает в себя следующие модули.

Модуль «Ввод информации» предназначен для добавления новой записи в БД с информацией о ПО.

Модуль «Сохранение информации в БД» предназначен для сохранения информации БД в файле на диске.

Модуль «Коррекция информации» предназначен для внесения изменений в информацию БД, например, название ПО, версия программы, язык пользовательского интерфейса, ОС, и состоит из следующих модулей:

- модуль «Выбор нужной записи», который предназначен для выбора из предъявленного на экран пользователю перечня ПО нужного;

- модуль «Изменение информации в записи БД», который предназначен для коррекции полей записи БД;
- модуль «Сохранение информации в БД», который описан выше.

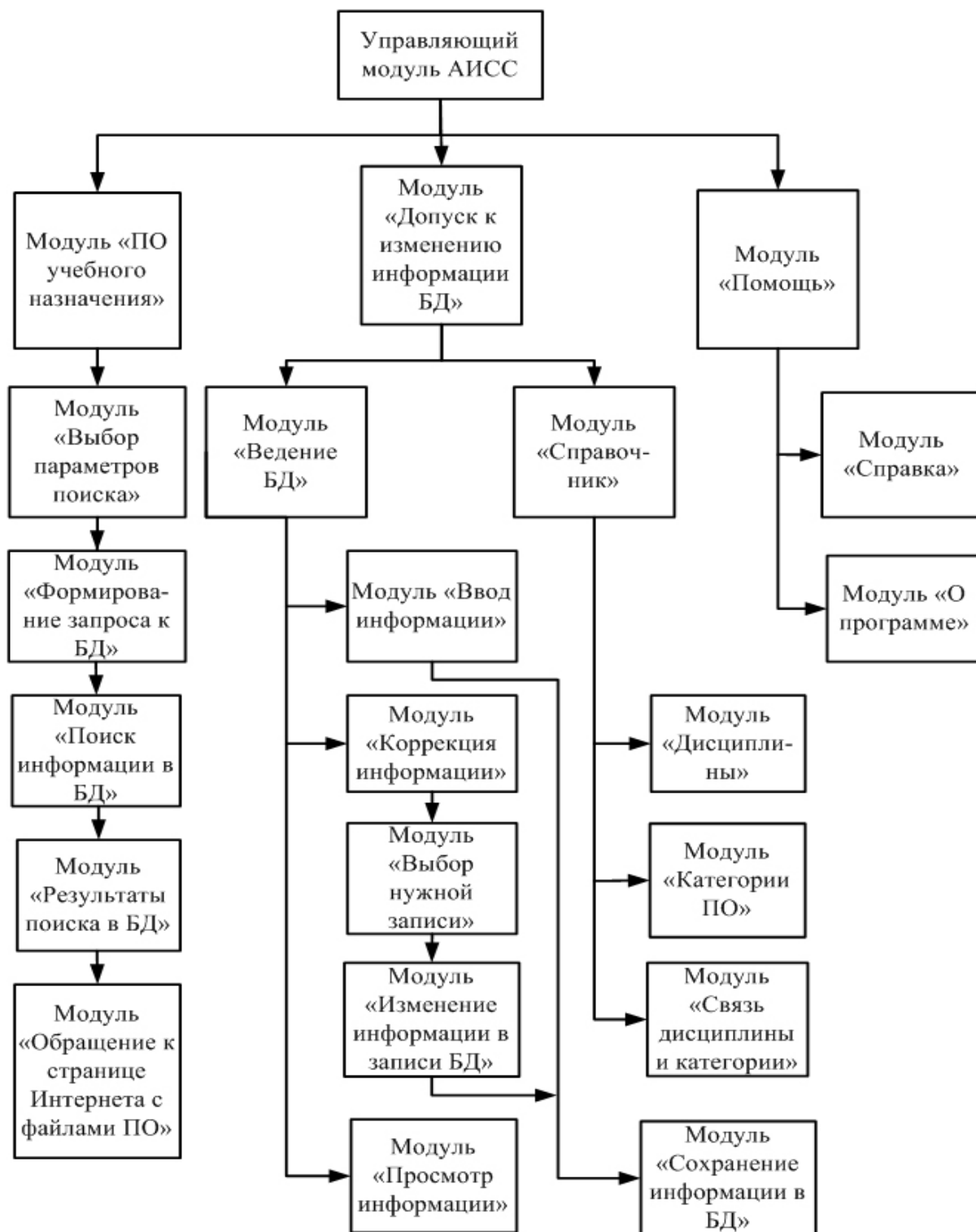


Рисунок 1. Структура функциональных модулей АИСС

Модуль «Просмотр информации» предназначен для отображения информации, хранящейся в БД, пользователю на экране.

Модуль «Справочник» предназначен для хранения информации о следующих модулях:

- модуль «Дисциплины», который предназначен для работы с таблицей БД «Дисциплины», т.е. для осуществления ввода, коррекции и просмотра информации о дисциплинах;

- модуль «Категории ПО», который предназначен для работы с таблицей БД «Категории ПО», т.е. для осуществления ввода, коррекции и просмотра информации о категориях;

- модуль «Связь дисциплины и категории», который предназначен для установления связи между дисциплиной и категорией ПО.

Модуль «Помощь» содержит в себе следующие модули:

- модуль «Справка», который предназначен для просмотра краткой инструкции о работе с АИСС;

- модуль «О программе», который предназначен для просмотра информации об организации-разработчике и версии АИСС.

На втором шаге этапа проектирования АИСС был разработан алгоритм работы системы, состоящий из 21 блока (рисунок 2).

На третьем шаге этапа проектирования АИСС была построена структура базы данных АИСС «Свободно распространяемое ПО», которая состоит из шести следующих таблиц: «Дисциплины», «Категории ПО», «Связь дисциплины и категории», «ПО учебного назначения», «Язык интерфейса», «ОС».

Таблица «ПО учебного назначения» является основной таблицей БД, в которой хранится информация о программах. Она связана с остальными таблицами БД. Ее описание представлено в таблице 1. Остальные таблицы описаны аналогично.

Таблица 1 – Информация о полях таблицы БД «ПО учебного назначения»

Поле	Назначение	Тип	Размер
Nom_po	Условный номер ПО	Счетчик	
Name_po	Название ПО	Текстовый	150
Nom_cat	Условный номер категории	Числовой	Целое
Vers_po	Версия ПО	Текстовый	50
Nom_yaz_int	Условный номер языка интерфейса	Числовой	Целое
Adress	Адрес в интернете	Текстовый	255
Priznak	Признак сетевой версии	Числовой	1
Nazn_po	Назначение ПО	Текстовый	250
Nom_os	Условный номер ОС	Числовой	Целое
Nom_svyz	Условный номер связи	Числовой	Целое

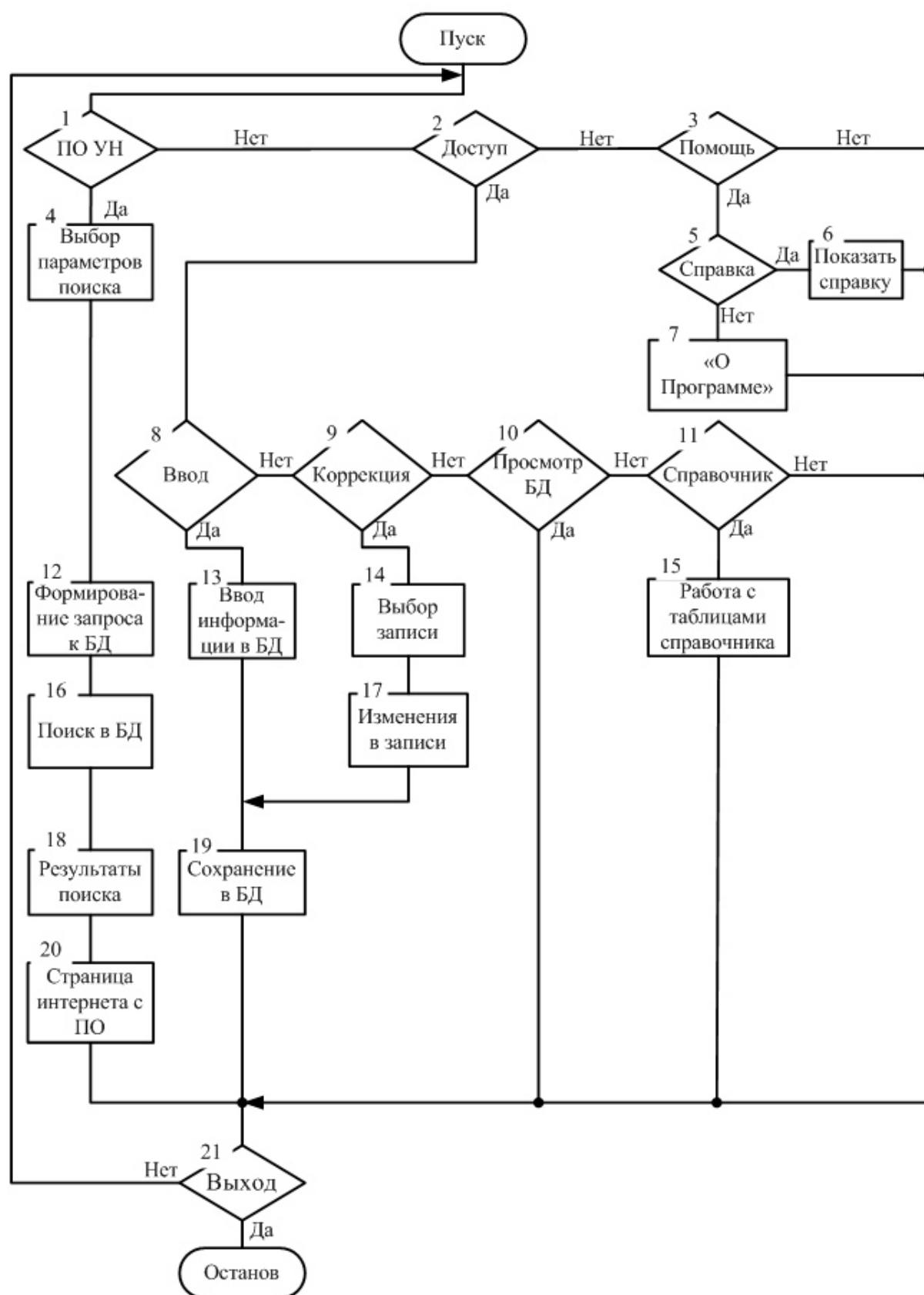


Рисунок 2. Алгоритм работы АИСС

Структурная схема взаимосвязанных таблиц базы данных представлена на рисунке 3.



Рисунок 3. Структурная схема таблиц БД

Далее проведен этап программирования АИСС в среде Microsoft Visual Studio 2013, база данных реализована в СУБД MS Access 2013.

Технические условия работы АИСС следующие:

- ЭВМ IBM PC;
- монитор с разрешением не менее 800x600;
- 256 Мб ОЗУ;
- 3,5 Мб свободного места на жестком диске;
- компьютерная мышь и клавиатура;
- ОС Microsoft Windows XP;
- Microsoft Access 2013.

Представим основные экранные формы АИСС и порядок работы пользователя.

Работа пользователя начинается с главной формы, на которой в меню представлены следующие режимы работы: «Поиск», «Работа с БД», «Справка», пользователю надо выбрать один из режимов.

Выбрав пункт «Поиск», пользователь может задавать на форме параметры поиска, такие как «Дисциплины», «Категории ПО», «Операционные системы» (рисунок 4).

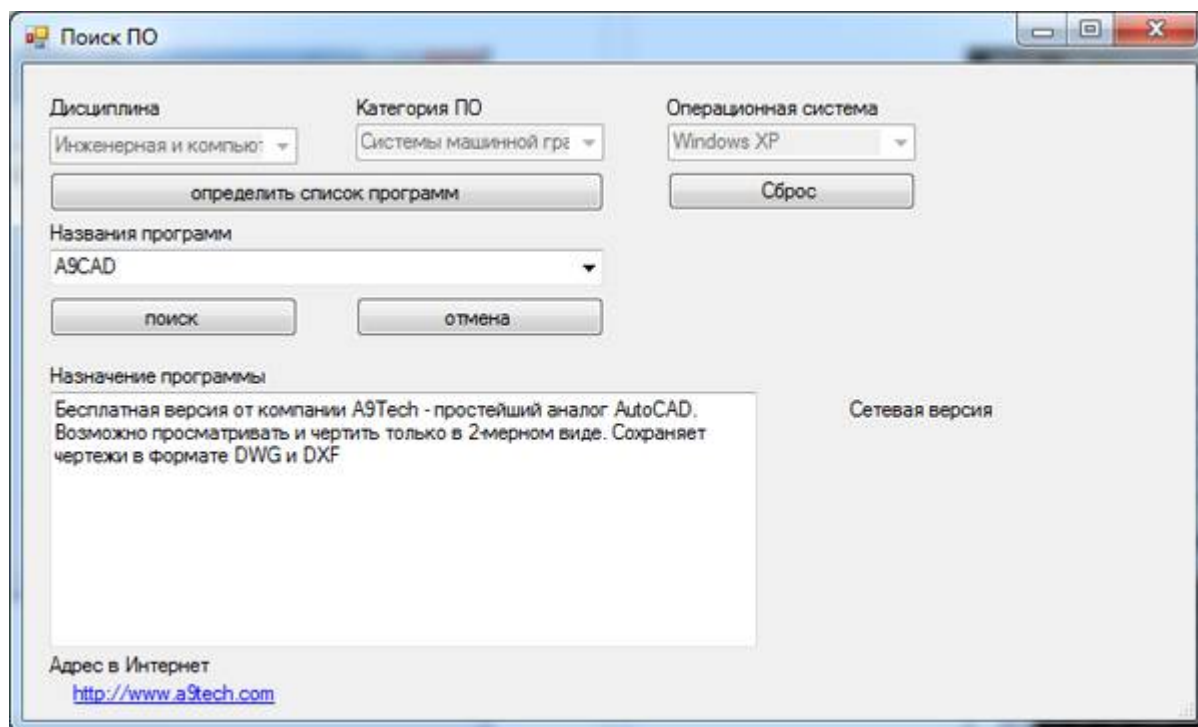


Рисунок 4. Режим работы «Поиск»

После выбора необходимых параметров нужно нажать кнопку «Определить список программ», в результате чего происходит поиск в БД искомого ПО. В поле «Названия программ» будет отображаться список программ, удовлетворяющих заданным параметрам.

Выбрав искомую программу из списка, нужно нажать кнопку «Поиск», тогда заполнятся поля «Назначение программы» и «Адрес в Интернет», признак «Сетевая версия». Если пользователь нажмет на ссылку в поле «Адрес в Интернет», происходит переход на страницу в Интернете для скачивания файла ПО.

В том случае, если надо осуществлять ведение БД, пользователь выбирает режим работы «Работа с БД» (рисунок 5). Права доступа пользователя на внесение изменений в БД проверяются в дополнительном окне, где пользователю надо заполнить поля «Логин» и «Пароль».

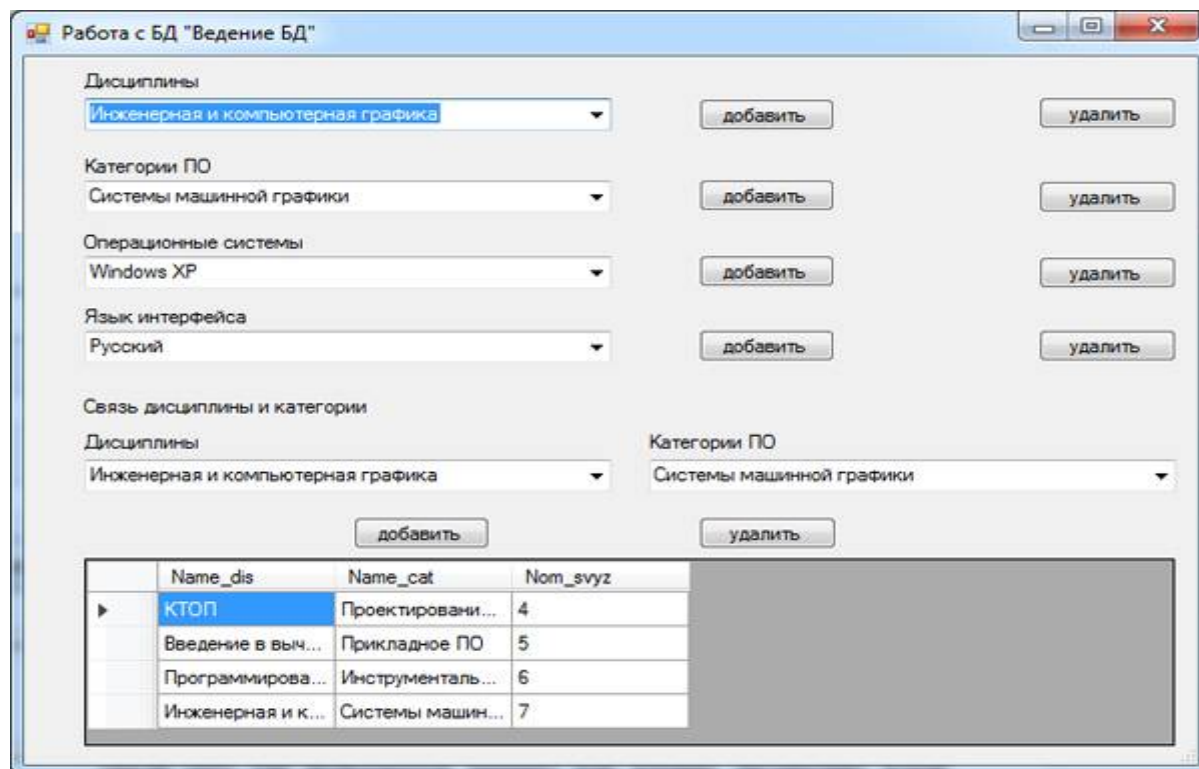


Рисунок 5. Режим работы «Работа с БД»

Таким образом, разработанная АИСС «Свободно распространяемое ПО» позволит повысить эффективность поиска ПО, необходимого для освоения дисциплины, поскольку система предоставляет перечень, описание и адрес страницы в Интернете с файлами ПО для свободного скачивания.

Библиографический список

1. Seopedia. Автоматизированная информационная система [Электронный ресурс]: Режим доступа: World Wide Web. URL: http://www.sbup.com/wiki/Автоматизированная_информационная_система
2. Студопедия. Программные средства учебного назначения [Электронный ресурс]: Режим доступа: World Wide Web. URL: http://studopedia.net/9_95622_programmnie-sredstva-uchebnogo-naznacheniyapsun.html
3. Кремер, О.Б. Структура системы обработки данных в электронном учебно-методическом комплексе по дисциплине [Текст] / О.Б. Кремер, Т.Н. Недикова, С.Л. Подвальный // Надежность и качество: Труды Международного симпозиума: // Под ред. Н.К.Юркова. – Пенза: Изд-во Пенз.ГУ, 2010. – Т. 1. – С. 137-139.

N.S. Terekhov, O. B. Kremer

Automated information system free software for educational purposes

Abstract. The article describes the steps involved in creating an automated system. The database of system stores information about free software, which is represented on the Internet for educational process.

Keywords: Database, automated information system, software for educational purposes.

Санкт-Петербургский государственный университет
аэрокосмического приборостроения, Санкт-Петербург, Россия.

ВНЕДРЕНИЕ ТЕРМИНАЛЬНЫХ РЕШЕНИЙ В СЕТИ УНИВЕРСИТЕТА

Аннотация. Рассматриваются сети высших учебных заведений и вопросы внедрения в них терминальных решений.

Ключевые слова: компьютерная сеть, терминальные решения.

В учебном процессе широко используются компьютерные классы, являющиеся частью корпоративной сети университета [1-12]. Они, как правило, состоят из сервера и 15-20 рабочих станций. Но, какими бы современными и дорогими они не были (на деле мы, конечно, имеем недостаток средств и устаревшее оборудование), им необходима модернизация (приблизительно раз в 2 года), а это очень дорого, в особенности в условиях вуза и ограниченного финансирования.

Издавна существовала схема подключения малых терминалов к работающему в многопользовательском режиме серверу. При этом вся вычислительная нагрузка приходится на сервер, а к задачам клиента относится прорисовка экрана и обработка сообщений от устройств ввода информации. Таким образом, в общем случае требования к вычислительной мощности клиентского ПО минимальны и его программное обеспечение может значительно отличаться от серверного.

В качестве примера можно привести терминалы IBM или Sun Java Station - серию X-терминалов на основе Sun Spark classic, которые пользовались широкой популярностью. Но линия X-терминалов применяется в основном только на Unix машинах, так как на Windows машинах X-терминалы стоят очень дорого.

На базе Windows 2008 может быть развернут терминальный сервер, реализующий поддержку RDP-Remote Desktop protocol и обеспечивающий защищенную многопользовательскую среду на платформе Win32. Входящий в штатную поставку клиент работает на широкой линейке операционных систем – от Windows XP до Windows 7 и операционных систем, устанавливаемых на карманные компьютеры - PDA. Есть расширенная коммерческая реализация терминальной службы – Citrix Metaframe, поддерживающая ряд дополнительных возможностей и предлагающая еще более широкий набор клиентов.

В последнее время появились клиентские приложения, поддерживающие протокол RDP от Microsoft, причем работают они не только на Windows, но и на Unix-машинах. В качестве примера можно привести бесплатную программу R-desktop, которая позволяет создать рабочее место на платформе Unix/Linux. Объединение в рамках одного компьютера приложений, поддерживающих X-window, R-desktop и текстовых терминалов делает его универсальным сетевым клиентом.

При типичной активности пользователей (работа с Excel, текстовыми редакторами, системами бухгалтерского учета, компиляторами) типичный на сегодняшний день сервер (P4-2000 / 1Гбайт ОЗУ / 2 x 500ГБ НЖМД) стоимостью менее 500\$ спокойно поддерживает комфортную работу 15-25 пользователей.

Рассмотрим варианты применения терминальных решений в университете:

- развертывание терминальных серверов для централизованной поддержки систем управления делопроизводством ВУЗа;
- обучение пользователей и студентов за счет возможности передачи управления пользовательской сессией администратору или преподавателю;
- получение всеми пользователями класса возможности работы с различными операционными системами;
- получение всеми пользователями класса высоких вычислительных мощностей. Так в 2005-2008 годах в вузах успешно эксплуатировались 3 класса на базе Pentium 4 2000/1 Гбайт ОЗУ;
- получение доступа со старых ПК к современным приложениям (так ПК на базе Pentium процессоров получают возможность работать с Mathcad, Excel, графическими средами разработки приложений, современными Интернет-приложениями).

Однако эксплуатация терминальных решений требует пристального внимания к обеспечению безопасной и надежной работы приложений и пользователей. Опасность возникновения нештатных ситуаций возрастает за счет того, что много пользователей одновременно исполняют код приложений на одном физическом сервере, пусть даже и в изолированных адресных пространствах. Для эффективной работы необходимо применять системные политики, регулирующие возможные небезопасные действия пользователей, использовать серверы в режиме "Выполнения задачи" и т.д.

Терминальные решения позволяют значительно сэкономить средства на обслуживание компьютерных классов, за счет:

- дешевизны компьютера (можно вообще использовать старый);
- получение бесперебойного решения всего класса за счет одного UPS на сервере;
- обслуживания (в компьютере может почти ничего не быть);
- модернизации (терминалам модернизация не нужна).

На рынке сейчас предлагается множество решений подобного типа. Например, Sun Ray 1 – терминальный клиент для работы с серверами на базе Solaris. Есть решение универсального терминального клиента на базе Netstation Linux. Netstation Linux поддерживает:

- текстовые соединения (telnet, ssh);
- графические соединения:
 - к серверам на базе Unix через систему использующую протокол X-window;
 - к VNC-серверам через RFB-протокол;
 - к серверам на базе Windows через RDP и службу Terminal Service;
 - к серверам, поддерживающим Citrix MetaFrame (на UNIX (Solaris, HP/UX, SCO, Sun OS, Linux) Windows 2000, Windows NT, Mac OS, IBM OS/2) через Citrix ICA- протокол;
 - к серверам с установленной Tarantella (Unix, Windows) через X11, 3270, 5250, RDP.

Netstation Linux требует всего лишь 8 МБайт пространства на носителе (жестком диске, USB-Flash-диске, диске в оперативной памяти, компакт-диске), может загружаться по сети, что в совокупности позволяет использовать старые или маломощные компьютеры.

Преимущества терминального решения на базе Netstation Linux:

- гибкость сессий (пользователи могут уходить, переходить от терминала к терминалу, при этом их сессия остается на месте);
- унификация ресурсов (так как все работают на одном сервере);
- безопасность (системный администратор устанавливает, контролирует и модернизирует программное обеспечение сервера);
- универсальность (терминал легко заменить, так как на нем не содержится информация пользователей);
- возможность использования максимально упрощенных рабочих станций.

Работа с терминальным клиентом требует понимания работы сетевой инфраструктуры, а это в свою очередь требует выработки у обучаемых дополнительных навыков и знаний, что положительно сказывается на уровне подготовки инженеров и специалистов.

Таким образом, становится понятно, что внедрение тонких клиентов на старых компьютерах позволяет снизить совокупную стоимость обслуживания и владения информационными системами, продлить жизнь морально устаревшего оборудования, а также значительно расширить области применения оборудования в условиях университета.

Экономическая эффективность достигается за счет:

- значительного увеличения периода модернизации рабочих станций до 4-5 лет;

- существенной экономии на стоимости программного обеспечения (хотя в зависимости от модели лицензирования ПО на сервере это преимущество может нивелироваться);
- централизованном обслуживании программного обеспечения;
- возможном значительном упрощении конфигурации терминалов, использовании сетевых компьютеров, PDA.

Библиографический список

1. Бобкова Е.Ю. Основные положения и принципы интегрирования технологии обучения // Современные проблемы профессионального среднего и высшего образования: сб. научных работ / Под ред. В.И. Столбова, Г.П. Корнева. - Самара: Самарский металлургический техникум; Тольятти: ТГУ, 2003.-97-101
2. Каяшев А.И., Рахман П.А., Шарипов М.И. Анализ показателей надежности двухуровневых магистральных сетей // Вестник Уфимского государственного авиационного технического университета. 2014. Т. 18. № 2 (63). С. 197-207.
3. Каяшев А.И., Рахман П.А., Шарипов М.И. Анализ показателей надежности локальных компьютерных сетей // Вестник Уфимского государственного авиационного технического университета. 2013. Т. 17. № 5 (58). С. 140-149.
4. Барина Е.П., Бобкова Е.Ю., Коробейникова Е.В. Электронная образовательная система ограниченного доступа «Экономическая безопасность: специалитет-2015» // Хроники объединенного фонда электронных ресурсов Наука и образование. 2015. № 3 (70). С. 37
5. Галкина А.И., Сошникова Е.А., Бобкова Е.Ю., Гришан И.А. Статистика результативности и эффективности научного обеспечения системы образования // Информатизация образования и науки. 2014. № 4 (24). С. 177-190
6. Бобкова Е.Ю. Виртуализация сферы образования в России в начале XXI века // Культура XXI века: Материалы научной конференции «Культура XXI века», 30-31 мая 2006 года. - Самара: Изд-воСамар. ак. культуры и искусств, 2006. - С. 175-178
7. Рахман П.А., Каяшев А.И., Шарипов М.И. Модель надежности отказоустойчивых систем хранения данных // Вестник Уфимского государственного авиационного технического университета. 2015. Т. 19. № 1. С. 155-166.
8. Рахман П.А., Шарипов М.И. Модель надежности двухузлового кластера приложений высокой готовности в системах управления предприятием // Экономика и менеджмент систем управления, 2015. №3 (17). С. 85-102.
9. Bobkova E.Yu., Korobejnikova E.V., Nelyubina E.G., Likhman V. A. Pedagogical Problems of Effective Training of Specialists in International Virtualization of Economic Industry // Mediterranean Journal of Social Sciences. Vol. 6, No. 3, Supplement 4, May /2015. P.17-25
10. Рахман П.А., Бобкова Е.Ю. Модель надежности маршрутизации с двумя независимыми интернет-провайдерами. // Reliability models in engineering and technical science-2015. Proceedings of the International scientific and practical conference. Saint-Louis, Missouri, USA, 2015. С. 63-72.
11. Рахман П.А., Смирнова М.С. Марковские цепи гибели и размножения в моделях надежности технических систем // Reliability models in engineering and technical science-2015 Proceedings of the International scientific and practical conference. Saint-Louis, Missouri, USA, 2015. С. 103-115.
12. Рахман П.А., Фролова Е.А. Специализированные модели системы хранения данных на базе избыточных дисковых массивов // Reliability models in engineering and

technical science-2015. Proceedings of the International scientific and practical conference. Saint-Louis, Missouri, USA, 2015. С. 77-86.

13. Каяшев А.И., Рахман П.А., Шарипов М.И. Анализ показателей надежности избыточных дисковых массивов // Вестник Уфимского государственного авиационного технического университета. 2013. Т. 17. № 2 (55). С. 163-170.

14. Рахман П.А., Каяшев А.И., Шарипов М.И. Марковская цепь гибели и размножения в моделях надежности технических систем // Вестник Уфимского государственного авиационного технического университета. 2015. Т. 19. № 1. С. 140-154.

15. Рахман П.А., Каяшев А.И., Шарипов М.И. Модель надежности отказоустойчивой пограничной маршрутизации с двумя интернет-провайдерами // Вестник Уфимского государственного авиационного технического университета. 2015. Т. 19. № 1. С. 131-139.

16. Рахман П.А., Бобкова Е.Ю. Анализ коэффициента готовности двухуровневых магистральных сетей передачи данных // Reliability models in engineering and technical science-2015. Proceedings of the International scientific and practical conference. Saint-Louis, Missouri, USA, 2015. С. 40-55.

17. Семенова Е.Г., Копычев В.А. Вероятностная модель оценки рисков проекта разработки программного обеспечения // Вопросы радиоэлектроники. 2013. Т. 2. № 2. С. 122-130

18. Semenova E.G., Smirnova M.S., Tushavin V.A. Decision making support system in multi-objective issues of quality management in the field of information technology // Research Journal of Applied Sciences. 2014. Т. 9. № 12. С. 1078-1081.

~ E.A. Frolova

Implementing terminal solutions in university computer network

Abstract. This paper deals with implementation of terminal solutions in university computer network.

Keywords: computer network, terminal solutions.

УДК 681.5

Р.Р. Хамед*, Е.А. Ганцева, В.А. Каладзе*, А.Г. Корвяков***

* - НОУ ВПО Международный институт компьютерных технологий,
Воронеж, Россия.

** ФГБОУ ВПО Воронежский государственный технический
университет, Воронеж, Россия.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА АДАПТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ВЕТРОГЕНЕРАТОРОМ В УСЛОВИЯХ ИНФОРМАЦИОННОЙ НЕОПРЕДЕЛЁННОСТИ

Аннотация. В данной статье рассматривается нечёткое управление электрической системой, основой которой является ветряная турбина с генератором двойного питания

Ключевые слова: ветрогенератор, нечёткость, управление, модель, нейронная сеть

В настоящее время возобновляемые источники электроэнергии (ВИЭ) вызывают в России повышенный интерес, в частности, производящие энергию с использованием силы ветра. Связано это, как со значительным уменьшением стоимости электроэнергии, полученной посредством ветра, так и с наметившимся в последние годы, техническим совершенствованием ветровых турбин, что делает такой способ конкурентоспособным в отношении к другим современным источникам энергии.

Энергетика на основе ВИЭ удачно вписывается в нынешнюю мировую тенденцию, связанную с переходом от крупных генерирующих объектов к более мелким энергокластерам, что исключает потери электроэнергии при транспортировке [1], а также с использованием интеллектуальных сетей (smartgrid).

В настоящее время в России в наиболее энергодефицитных регионах выбор всё чаще делается в пользу собственной генерации на основе ВИЭ. Кроме того, рост генерации на основе ВИЭ связан с увеличением внутрироссийских цен на газ и электроэнергию [1].

По предварительным оценкам только за счёт использования энергии ветра может быть получено минимально более 40 млрд. кВт/ч в год. И это в первую очередь в регионах Крайнего Севера и других регионах, в которых сегодня существуют трудности с энергоснабжением. Объём технически доступных ресурсов возобновляемых источников энергии в Российской Федерации составляет не менее 24 млрд. тонн условного топлива. Важнейшим доводом применения ВИЭ в больших масштабах на Урале,

побережьях Черного и Азовского морей, на Байкале, в мегаполисах и т.д. является сохранение среды обитания, поскольку возобновляемая энергетика экологически безопасна [1].

Устройством для преобразования кинетической энергии ветра в электрическую является ветрогенератор [2] – ветроэлектрическая установка (ВЭУ). Чтобы обеспечить рост объёмов генерации электричества посредством ветрогенераторов и сделать их более прибыльными, необходимо увеличивать производительность ветровой турбины, эффективно управляя ею в непредсказуемо меняющихся погодных условиях.

Проблема эффективного управления ветрогенератором сводится к нахождению оптимальной стратегии выработки электроэнергии из текущего профиля ветра. Для разрешения этой проблемы разработаны ветрогенераторы с переменной скоростью работы ветряной турбины. Контроль скорости подобной турбины осуществляется с помощью различных методов управления динамическими системами, таких как: сенсорное управление, таблица сравнения, power-mapping метод и управление на основе нечёткой логики.

При сенсорном управлении контроль за скоростью вращения турбины осуществляется на основе многочисленных данных, полученных от различных датчиков, установленных непосредственно на самом ветрогенераторе. Проблемным местом в данной системе является контроль работы самих датчиков, их обслуживание и точность их данных, которые могут быть некорректны в силу различных обстоятельств: обмерзания, технической неисправности, других природных факторов.

Используемый в работе нечёткий контроль скорости ветряной турбины основан на теории нечёткого управления, нечётких множеств и нечётких моделей [3]. Суть подобного подхода заключается в том, что обработка текущих данных работы ветрогенератора осуществляется при помощи модуля нечёткого регулирования, в котором, на основе синтезируемых нечётких модели и правил, формируются управляющие воздействия на работающее устройство. При этом всё множество поступающих данных фазифицируются в нечёткие множества, а модель устройства формируется на множестве нечётких выводов. Такой подход позволяет управлять сложными динамическими системами в непредсказуемо меняющихся рабочих ситуациях при нечёткой текущей информации. Целью нечёткого регулирования является извлечение максимально возможного количества электроэнергии.

Рассмотрим управление большими ветряными турбинами, конструкция которых основана на переменной скорости вращения с контролем угла наклона лопасти. Они, как правило, используют [4] асинхронный генератор двойного питания (DFIG), который преобразует энергию, захваченную

ветряной турбиной, в электричество и подаёт её в электросеть, как показано на рис. 1.

АС/DC/АС преобразователь состоит из двух преобразователей: один установлен со стороны ротора (Crotor), а второй — со стороны электросети (Cgrid). Преобразователи Crotor и Cgrid являются источниками напряжения, использующими принудительное переключение электрических устройств для синтеза напряжения переменного тока от источника напряжения постоянного тока.

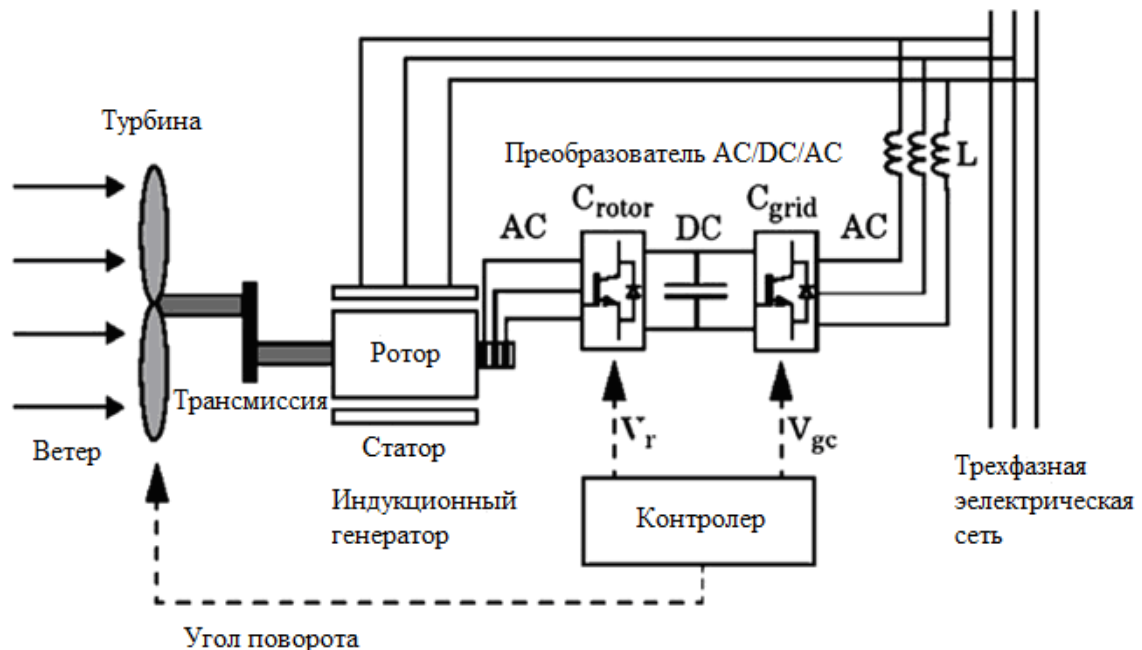


Рис. 1. Ветряная турбина и асинхронный генератор с двойным питанием

Не углубляясь в технические подробности ветрогенераторного устройства, опишем принцип предлагаемого нечёткого (fuzzy) управления ветроустановкой.

Электричество, извлекаемое из ветряной турбины, представляет собой функцию от доступной мощности ветра, функции мощности машины и способности машины реагировать на изменения ветра. Мощность и крутящий момент, соответственно, определяются формулами:

$$P_{\omega} = \frac{1}{2} p C_p (\lambda, \beta) A V_{\omega}^3,$$

$$T_{\omega} = \frac{P_{\omega}}{\omega_r} = \frac{1}{2} p C_T (\lambda, \beta) r_m A V_{\omega}^2,$$

где P_{ω} — механическая мощность ротора (Вт), T_{ω} — крутящий момент турбины (Нм), V_{ω} — скорость ветра по центру ротора (м/с), $A = \pi r_m^2$ — площадь образуемая лопастями турбины (m^2), p — плотность воздуха (kg/m^3), $\omega_r = \lambda V_{\omega} / r_m$ — угловая скорость ротора (рад/с), r_m — радиус турбины (м), C_p —

электрический коэффициент ротора, представляющий собой процент кинетической энергии, полученной от воздушной массы и преобразованной в механическую энергию ротора, C_T – коэффициент крутящего момента. C_p и C_T – нелинейные функции от параметра λ и угла наклона лопастей. $C_p(\lambda, \beta) = \lambda C_T(\lambda, \beta)$, где β – угол наклона лопасти ротора (постоянен для турбин с фиксированным углом наклона лопастей), а $\lambda = \omega_r r_m / V_\omega$ – tip speed ratio (TSR), представляющий собой отношение между окружной скоростью на концах лопастей и потока ветра.

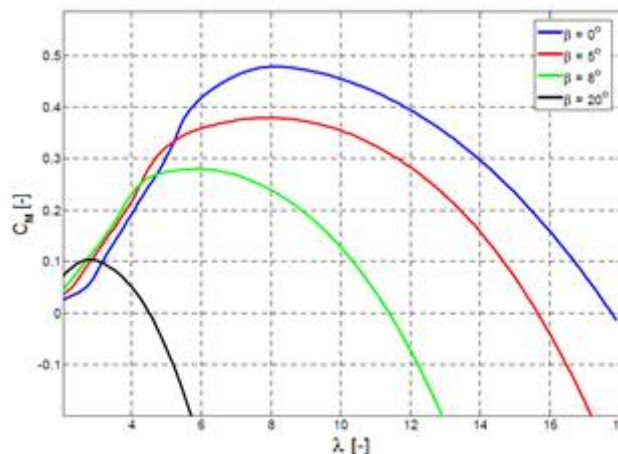


Рис. 2. Соотношение между коэффициентом мощности и TSR

Пример зависимости электрического коэффициента C_p от λ показан на рис. 2, где максимальный электрический коэффициент соответствует оптимальному TSR. Следовательно, скорость турбины следует менять в соответствии со скоростью ветра таким образом, чтобы поддерживать оптимальное отношение TSR.

Максимальную мощность и соответствующую ей скорость ротора ветряной турбины можно получить из уравнения

$$P_{\max} = K_1 V_\omega^3, K_1 = 0.5 \rho A C_{p_{\max}}, \omega_r^{\text{opt}} = K_2 V_\omega, K_2 = \frac{\lambda_{\text{opt}}}{r_m},$$

где $P_{\max}$ – максимальная мощность турбины, которая возможна при определенной скорости ветра, она пропорциональна скорости ветра с масштабируемой постоянной K_1 ;

ω_r^{opt} – желаемая скорость ротора, при которой турбина в текущих условиях будет выдавать максимально возможную мощность.

Создаваемая система управления ветрогенератором в процессе регулирования формирует модель, основанную на нечёткой нейронной сети [5], использующей для фазсификации нечёткую кластеризацию, и проводит локальную (в каждом кластере) параметрическую идентификацию линейной зависимости, аппроксимирующей объект.

Переменная скорость вращения турбины ветрогенератора позволяет с помощью нечётких регуляторов [6] сделать выходную мощность максимально постоянной в двух важных ситуациях. Мощность вырабатываемой энергии при слабом ветре меньше, чем возможная выходная мощность турбины. Для получения максимально возможного количества энергии скорость турбины изменяется в зависимости от скорости вращения ротора, при неизменном угле наклона лопастей. При сильном ветре скорость вращения турбины контролируется не ротором, а углом наклона лопастей.

В работе использован [7] безсенсорный контроллер Такаги-Сугено-Канг (TSK) на базе нечётких регуляторов, отслеживающий пиковое напряжение и предназначенный для извлечения максимально возможного количества электроэнергии. TSK-контроллер имеет два входа и один выход: на входах контроллера измеряется скорость ротора и количество вырабатываемой энергии, а на выходе оценивается возможная максимальная мощность генератора. На этой основе TSK-система способна измерять и обрабатывать замеры со входов и рассчитывать максимальное количество энергии, которое может быть выработано генератором при текущей скорости ветра и, соответственно, изменять скорость турбины.

Нечёткий контроллер при фаззификации разбивает входные данные на нечёткие множества, в каждом из которых объект аппроксимируется локальной моделью, в данном случае линейной. Таким образом, для описания поведения всей генерирующей системы используется совокупность взаимосвязанных подсистем, состоящих из простых моделей, которые следует рассматривать как линеаризацию сложной динамической системы.

Итеративная процедура параметрической идентификации проходит на обучающем множестве, эффективно подбирая структуру и параметры нечёткой модели, которая преобразует текущий фронт ветра в целевую функцию, связывающую значения текущей мощности со скоростью вращения ротора при данном профиле ветра.

Нечёткая модель включает базу данных, состоящую из набора входных и выходных измерений, обеспечивающая обучающую выборку.

На этой выборке проводится нечёткая кластеризация, отличающаяся от классической [8] тем, что задача разбиения исходного множества объектов на кластеры проводится по уровням функции принадлежности.

Всю процедуру можно представить в виде алгоритма.

Шаг 1. Выбрать начальное нечёткое разбиение N объектов на K кластеров путем выбора матрицы принадлежности U размера $N \times K$.

Шаг 2. Используя матрицу U , найти минимальное значение критерия наименьших квадратов (КНК):

$$M[(X, U)^2] = \sum_{i=1}^N \sum_{k=1}^K U_{ik} \|x_i^{(k)} - c_k\|^2,$$

где c_k – «центр масс» нечёткого кластера k :

$$c_k = \sum_{i=1}^N U_{ik} x_i^{(k)}.$$

Шаг 3. Перегруппировать объекты с целью уменьшения значения КНК.

Шаг 4. Переход к шагу 2 до тех пор, когда изменения матрицы U станут незначительными.

Данный метод кластеризации использован для представления текущего профиля ветра в зависимости от параметров работы ротора и мощности, выдаваемой на выходе. На полученных нечётких множествах (кластерах) производится обучение модели.

Исходя из текущих параметров ветрогенератора, определяется, к какому кластеру принадлежат данные. Во всех кластерах производится построение локальных линейных моделей работы ветрогенератора с помощью нечеткой нейронной сети Такаги-Сугено-Канг (TSK).

Входным параметром является скорость вращения ротора крыльчатки, выходным параметром мощность, выдаваемая на генераторе.

Исходные данные (выборка) разбиваются на 2 части: обучающая и контрольная выборки.

Обучение TSK проводится с учителем. То есть для каждого входного вектора указывается желаемое значение выхода.

Обобщенная схема вывода в модели TSK при использовании M правил и N переменных x_j можно представить в виде:

$$R_1 : \text{если } x_1 \in A_1^{(1)}; \quad x_2 \in A_2^{(1)}, \dots, x_n \in A_n^{(1)}, \text{ то } y_1 = p_{10} + \sum_{j=1}^N p_{1j} x_j,$$

$$R_M : \text{если } x_1 \in A_1^{(M)}; \quad x_2 \in A_2^{(M)}, \dots, x_n \in A_n^{(M)}, \text{ то } y_M = p_{M0} + \sum_{j=1}^N p_{Mj} x_j,$$

где $A_i^{(k)}$ – нечёткое множество (кластер) значений лингвистической переменной x_j для правила R_k с соответствующей функцией принадлежности (ФП)

$$\mu_A^{(k)}(x_i) = \frac{1}{1 + \left(\frac{x_i - c_i^{(k)}}{\sigma_i^{(k)}} \right)^{2b_i^{(k)}}}, \quad i = \overline{1, N}, \quad k = \overline{1, M}$$

В нечёткой нейронной сети TSK пересечение правил R_k определяется ФП в форме произведения, то есть:

$$\mu_A^{(k)}(x) = \prod_{j=1}^N \frac{1}{1 + \left(\frac{x_j - c_j^{(k)}}{\sigma_j^{(k)}} \right)^{2b_j^{(k)}}}.$$

При M правилах вывода композиция исходных результатов сети определяется по следующей формуле (аналогично выводу Сугено):

$$y(x) = \frac{\sum_{k=1}^M \omega_k y_k(x)}{\sum_{k=1}^M \omega_k},$$

$$\text{где } y_k(x) = p_{k0} + \sum_{j=1}^N p_{kj} x_j, \quad \omega_k = \mu_A^{(k)}(x).$$

Нечёткая нейронная сеть TSK задается структурой, представленной на рис. 3 с пятью слоями. Первый слой выполняет фаззификацию по каждой переменной x_j , определяя для каждого k -го правила вывода значение функции фаззификации. Параметры $c_j^{(k)}$, $\sigma_j^{(k)}$, $b_j^{(k)}$ этого слоя подлежат адаптации в процессе обучения.

Второй слой выполняет агрегирование отдельных переменных x_j , определяя веса – результирующую степень принадлежности $\omega_k = \mu_A^{(k)}(x)$ для вектора $\bar{x}$ условиям k -го правила.

Третий слой представляет собой генератор локальных функций TSK, в котором рассчитываются их значения $y_k(x) = p_{k0} + \sum_{j=1}^N p_{kj} x_j$. Здесь же эти значения умножаются на веса, полученные в предыдущем слое. В этом слое подлежат адаптации параметры p_{k0} , p_{kj} линейных функций последствий правил.

Четвёртый слой составляют 2 нейрона-сумматора, один из которых рассчитывает взвешенную сумму сигналов $y_k(x)$, а второй определяет сумму весов $\sum_{k=1}^M \omega_k$.

Пятый слой состоит из одного нейрона, в котором нормализуются веса и вычисляется выходной сигнал сети

$$y(x) = \frac{f_1}{f_2} = \frac{\sum_{k=1}^M \omega_k y_k(x)}{\sum_{k=1}^M \omega_k}.$$

Общее выражение для функциональной зависимости всей сети TSK имеет вид

$$y(x) = \frac{1}{\sum_{k=1}^M \prod_{j=1}^N \mu_A^{(k)}(x_j)} \sum_{k=1}^M (p_{k0} + \sum_{j=1}^N p_{kj} x_j) \prod_{j=1}^N \mu_A^{(k)}(x_j).$$

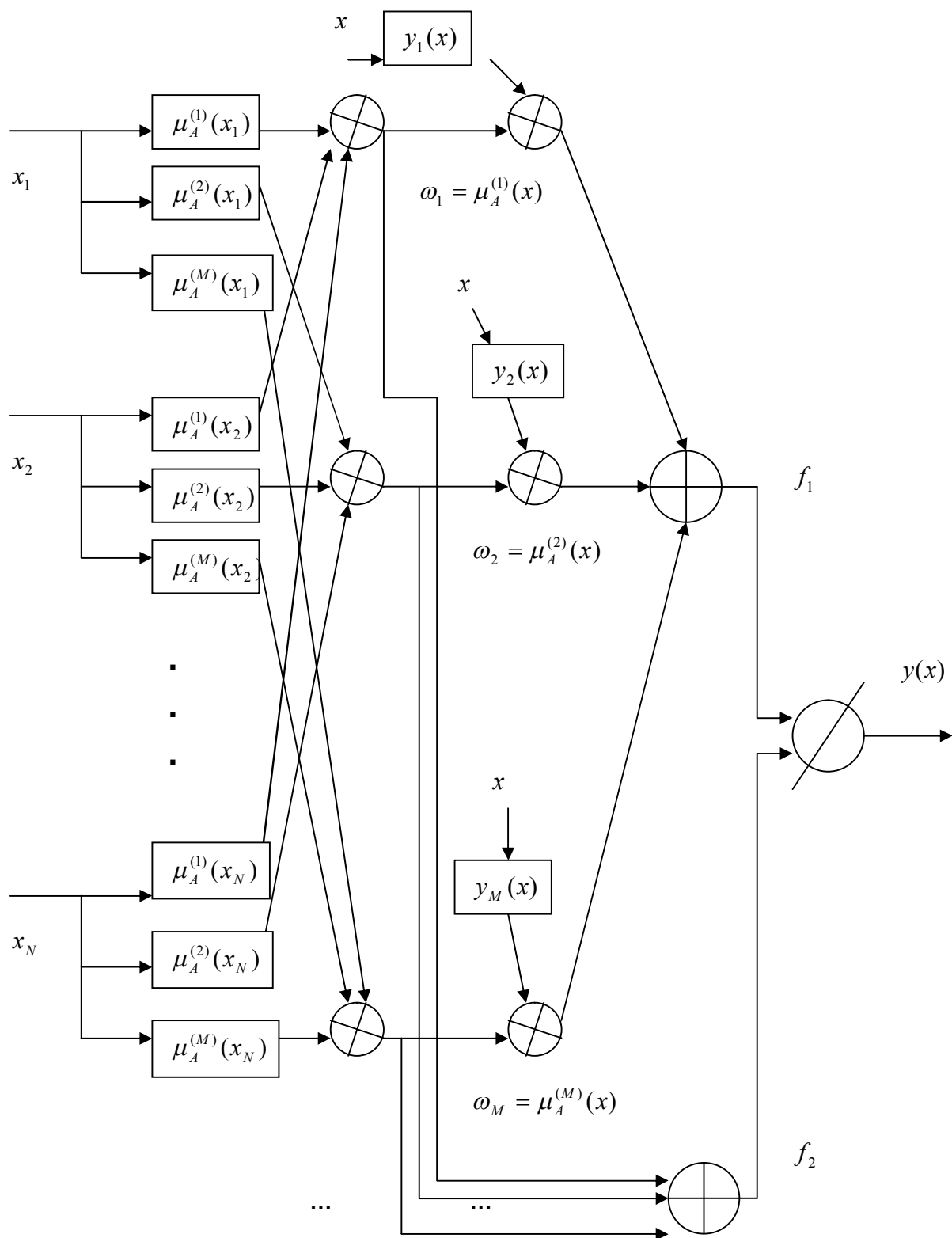


Рис. 3. Структура нечёткой нейронной сети TSK

Для обучения нечёткой нейронной сети TSK использовался классический алгоритм обучения.

Пакет прикладных программ MATLAB использовался для построения и анализа нечётких множеств в ходе нечёткой кластеризации.

Использовались программы Simulink, fuzzyTECH для решения различных задач нечёткого моделирования с возможностью последующей реализации в программируемых микроконтроллерах [9].

На основе разработанного и отлаженного проекта программой fuzzyTECH был сгенерирован программный код реализации системы нечеткого вывода на языке программирования C# для реализации в нечетких микроконтроллерах [10, 11].

В разработанном программном продукте можно выделить следующие функциональные модули:

- интерфейс пользователя;
- упрощенная модель ветрогенератора;
- модуль ввода/вывода данных;
- модуль нечеткого контроллера;
- модуль нечеткой кластеризации;
- модуль нечеткой нейронной сети TSK;
- модуль оптимизации.

Модуль ввода/вывода данных предназначен для загрузки и сохранения данных работы ветрогенератора в различных режимах. Он позволяет вводить и сохранять для последующего анализа следующую информацию:

- эталонные зависимости выдаваемой мощности от скорости ветра;
- зависимость мощности от скорости вращения ротора при различных значениях скорости ветра;
- максимальная мощность ветрогенератора;
- номинальная мощность ветрогенератора;
- стартовая скорость ветра, при которой вырабатываемая энергия подается внешним потребителям;
- номинальная скорость ветра;
- номинальная скорость вращения ротора крыльчатки ветрогенератора.

Данные используются упрощённой моделью ветрогенератора, а также нечётким контроллером для управления им.

Модуль упрощенной модели ветрогенератора реализован в виде класса SimpleModelWindGenerator и позволяет по текущей скорости ветра вывести значение генерируемой мощности эталонного генератора и скорость вращения ротора крыльчатки.

Модуль нечёткого контроллера предназначен для расчета максимально возможной мощности, которую может отдать ветрогенератор, исходя из текущего состояния. Модуль реализован в виде класса ContollerWindGenerator и выделен в отдельную сборку.

Примеры работы с программой представлены на рис. 4, 5.

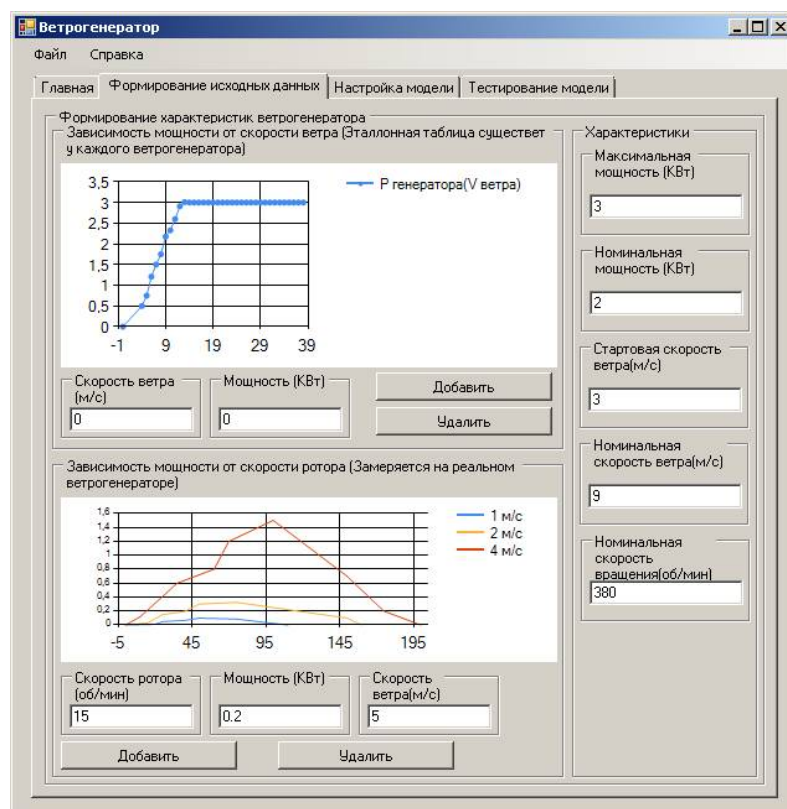


Рис. 4. Пример формирования исходных данных

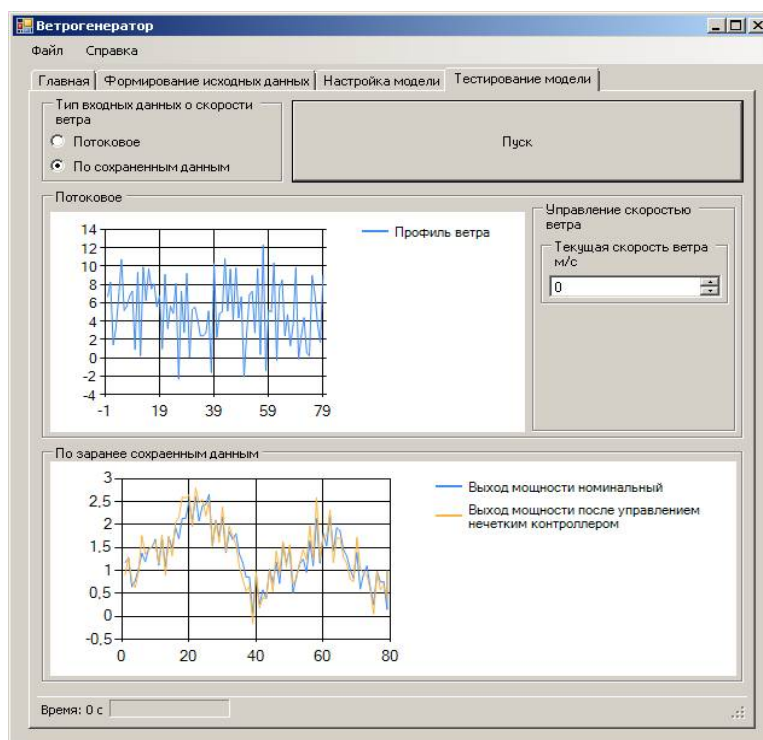


Рис. 5. Тестирование нечёткого контроллера

На рис. 5 видно, что мощность на выходе у ветрогенератора под управлением нечёткого контроллера выше, чем выход номинальной мощности ветрогенератора.

Библиографический список

1. Альтернативная энергия – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://aenergy.ru/2941>.
2. Ветрогенератор – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://ru.wikipedia.org/wiki/Ветрогенератор>.
3. Пегат А. Нечеткое моделирование и управление / А. Пегат - М.: Бином, 2011. – 798 с.
4. Принцип работы ветрогенераторов – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://alternativenergy.ru/knigi/001/146-princip-raboty-krylchatyh-vetrodvigateley.html>.
5. Рутковская Д. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечёткие системы / Д. Рутковская, М. Пилиньский, Л. Рутковский – М: Горячая линия – Телеком, 2006. – 452 с.
6. Гостев В.И. Нечёткие регуляторы в системах автоматического управления / В.И. Гостев - К.: Радиомотор, 2008. - 972 с.
7. V. Calderaro, V. Galdi, A. Piccolo, P. Siano A fuzzy controller for maximum energy extraction from variable speed wind power generation systems. ScienceDirect, 2007.
8. Обзор алгоритмов кластеризации данных – Электрон. дан. – Режим доступа: http://habrahabr.ru/blogs/data_mining/101338/.
9. MATLAB – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://ru.wikipedia.org/wiki/MATLAB>.
10. C Sharp – Электрон. дан. – Режим доступа: http://ru.wikipedia.org/wiki/C_Sharp.
11. Fuzzy Logic Toolbox - Проектирование систем управления – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://matlab.exponenta.ru/fuzzylogic/index.php>.

~ R.R. Hamed, E.A. Gantseva, V.A. Kaladze, A.G. Koryjakov
~ **The automated system of an adaptive control wind-powered generator in the conditions of informational uncertainty**
~ **Abstract.** In the given paper indistinct control of the electric system which basis is the wind turbine with the generator of a double food is considered
~ **Keywords:** wind-powered generator, fuzzy, control, model, neural network

БЫСТРОДЕЙСТВУЮЩИЙ МНОГОКАНАЛЬНЫЙ АНАЛОГО-ЦИФРОВОЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ С ОПТИМАЛЬНОЙ ПРОЦЕДУРОЙ ПОДБОРА КОДА

Аннотация. В статье рассматривается метод повышения быстродействия многоканальных аналого-цифровых преобразователей за счет применения оптимальной процедуры подбора кода.

Ключевые слова: Аналого-цифровой преобразователь последовательного приближения, оптимальная процедура подбора кода.

При реализации многоканальных аналого-цифровых преобразователей (АЦП) используются, как правило, два подхода: или на основе структуры мультиплексор-АЦП [1], или с применением мультиплицированной структуры [2,3]. В АЦП первого типа преобразование аналоговых сигналов в цифровой код в различных каналах производится последовательно и независимо друг от друга, и с увеличением числа каналов время преобразования для каждого отдельного канала увеличивается. В АЦП второго типа время преобразования практически не зависит от числа каналов, но в то же время в процессе аналого-цифрового преобразования необходима последовательная проверка всех возможных значений цифрового кода, количество которых равно 2^n , где n - разрядность АЦП, что ограничивает быстродействие. В АЦП обоих типов не учитываются вероятностные характеристики входных аналоговых сигналов, динамические параметры цифро-аналогового преобразователя, используемого для формирования напряжения компенсации. Предлагается многоканальный АЦП, функционирование которого осуществляется в соответствии с оптимальной процедурой подбора кода, что позволяет повысить быстродействие АЦП.

Структура АЦП. На рис. 1 приведена возможная структура многоканального АЦП, предполагающая применение оптимальных процедур подбора кода [4], где 1 - блок сравнения; 2,3 – первый и второй триггеры; 4 – первый элемент ИЛИ; 5,6,7,8,9,10 – элементы И с первого по шестой; 11 – элемент НЕ; 12 – генератор импульсов; 13 – третий триггер; 14 – одновибратор; 15 – цифро-аналоговый преобразователь (ЦАП); 16 –

регистр; 17 – вычитающий счетчик; 18 – постоянное запоминающее устройство (ПЗУ); 19 – седьмой элемент И; 20 – второй элемент ИЛИ. Блок сравнения 1, первый и второй триггеры 2 и 3, первый элемент ИЛИ 4, первый элемент И 5 составляют информационный канал 21.

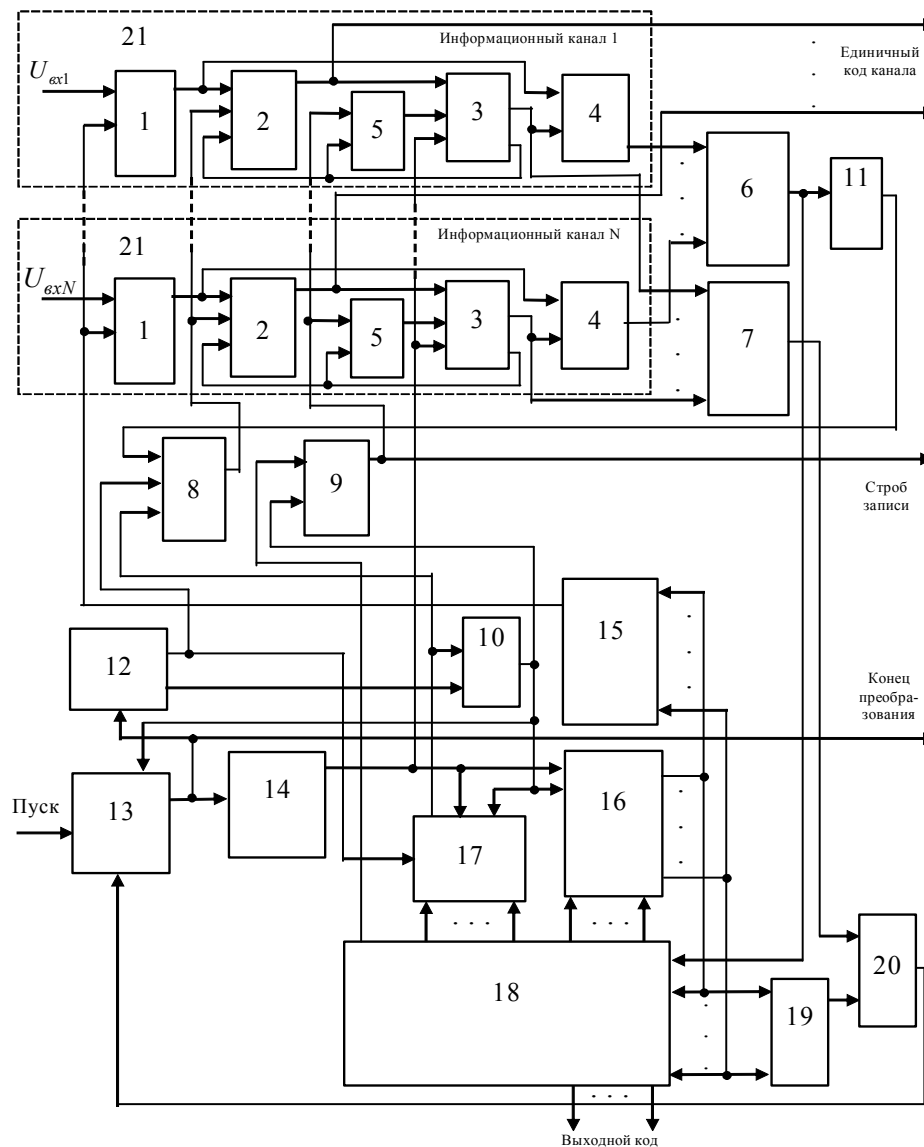


Рис.1. Структурная схема многоканального АЦП

На рис.2 в виде графа изображен один из возможных вариантов процесса подбора кода для 4-х разрядного АЦП. В соответствии с рис.2 процесс начинается с проверки кода, соответствующего числу 6 (верхняя корневая вершина). Если хотя бы в одном информационном канале входное напряжение меньше напряжения, поступающего с выхода ЦАП 15, происходит переход по ребру с меткой 0, в данном случае производится переход к вершине 4. В противном случае (напряжение на входе всех информационных каналов больше напряжения, поступающего с ЦАП 15)

происходит переход к вершине 8 по ребру с меткой 1. Процесс продолжается до достижения какой-либо висячей вершины. При этом напряжению в информационном канале, для которого преобразование закончено (как правило имеющему наименьшее значение), ставится в соответствие код, указанный на рис.2 в прямоугольнике. После этого данный информационный канал отключается и в дальнейшем не влияет на работу устройства. Из висячей вершины происходит переход на предыдущий уровень, эти переходы обозначены пунктирной стрелкой. Процесс продолжается до тех пор, пока не будет закончено преобразование во всех информационных каналах. Например, пусть на вход первого информационного канала подано напряжение, соответствующее коду числа 9, на вход второго и третьего каналов напряжение, соответствующее числу 8, и на вход четвертого информационного канала напряжение, соответствующее коду числа 6. Тогда последовательность проверяемых кодов будет соответствовать графу, изображенному на рис.3.

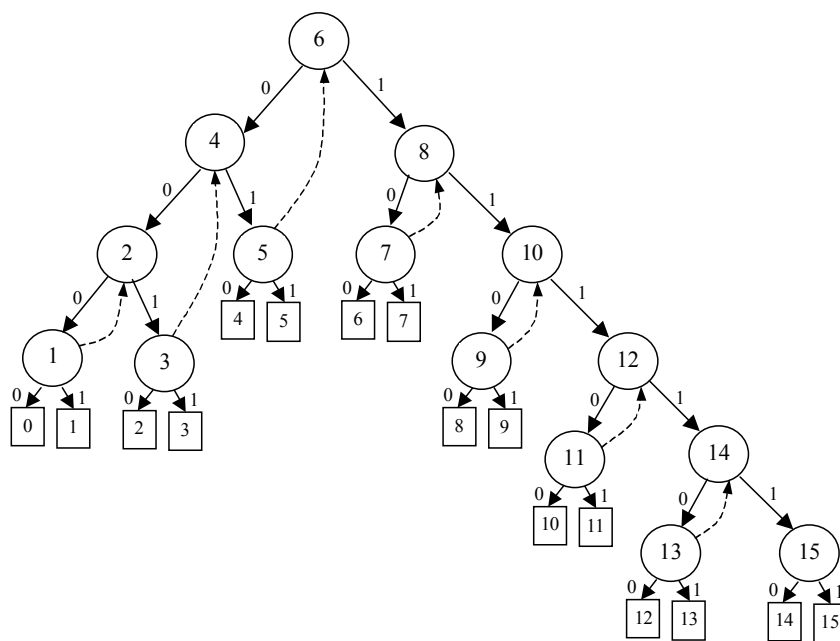


Рис.2. Граф процедуры подбора кода

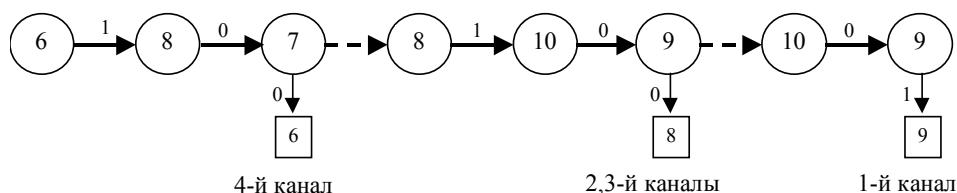


Рис.3. Граф подбора кода для частного случая

Математическая модель процесса преобразования. Аналого-цифровое преобразование в данном случае представляет собой процесс последовательной проверки возможных кодовых комбинаций, поступающих с ПЗУ. Очередной код подается на вход ЦАП, напряжение на выходе которого сравнивается с входными преобразуемыми напряжениями $U_{ВХ}$ во всех каналах с помощью схем сравнения. Следующая кодовая комбинация на выходе формирователя кодов определяется на основе результатов этих сравнений. Совокупность операций по проверке одного кода будем называть тестом. В данном случае тест включает формирование очередного цифрового кода, преобразование его в аналоговый сигнал с помощью ЦАП, сравнение этого сигнала с входными с помощью схем сравнения и выдачу результата сравнения на соответствующий вход формирователя кодов. Результатом последовательного применения тестов является массив цифровых кодов результатов преобразования $B = \{k_1, \dots, k_L\}$, где k_j - значение кода для сигнала на j -м входе АЦП x_j , $j = \overline{1, L}$ (для одноканального АЦП $L=1$). Массив B представляет собой неупорядоченную L - выборку с повторениями множества Ω , которая также называется размещением из N элементов по L . В дальнейшем будем рассматривать B как множество, которое может содержать одинаковые элементы.

Пусть все возможные кодовые комбинации, доступные для применения, составляют множество Ω , причем $|\Omega| = 2^n$ и $\Omega = [0, 1, \dots, 2^n - 1]$, где n - разрядность АЦП. Кодовые комбинации будем обозначать через k_j , причем $j = \overline{1, K}$, где $K = 2^n$. Тесты будем обозначать как t_i , причем применение теста t_i означает подачу на вход ЦАП двоичного кода числа i . Применение любого теста t_i разбивает исходное множество Ω на два подмножества Ω_i и $\overline{\Omega}_i$. Будем считать, что результат применения теста t_i положителен, если после его применения становится ясным, что искомая кодовая комбинация принадлежит множеству Ω_i . Отрицательный исход теста t_i означает, что искомая кодовая комбинация принадлежит множеству $\overline{\Omega}_i$. Пусть разрядность АЦП равна четырем, т.е. $n=4$. В этом случае $\Omega = [0, 1, \dots, 15]$. Тогда применение теста t_8 разбивает исходное множество Ω на подмножества $\Omega_8 = [0, 1, \dots, 7]$ и $\overline{\Omega}_8 = [8, 9, \dots, 15]$.

Для каждого теста задано некоторое значение затрат времени на его проведение, причем в общем случае затраты на проведение текущего теста зависят от номера предыдущего. Если известны плотности распределения всех измеряемых величин, то можно определить вероятность вхождения каждого кода k_j в окончательный массив B результатов преобразования.

Всю совокупность применяемых тестов можно представить в табличном виде, табл. 1. Каждый тест представляется своим двоичным кодом, в частности код теста t_i есть i -тая строка матрицы

$$A = \{a_{ij}\}, i = \overline{1, M}, j = \overline{1, N}$$

причем $\alpha_{ij} = 1$, если $i \leq j$, и $\alpha_{ij} = 0$, если $i > j$. Учитывая, что тест t_i разбивает исходное множество Ω на два подмножества Ω_i и $\overline{\Omega}_i$, можно также записать

$$\alpha_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{если } k_j \in \Omega_i, \\ 0, & \text{если } k_j \notin \Omega_i, \end{cases} \quad i = \overline{1, M}, j = \overline{1, N}. \quad (1)$$

Таблица 1. Табличное представление тестов

Тесты T	Элементы множества Ω				Затраты				
	0	1	...	$N-1$	τ				
t_1	α_{11}	α_{12}		α_{1N}	τ_{10}	τ_{12}	τ_{13}	...	τ_{1M}
t_2	α_{21}	α_{22}		α_{2N}	τ_{21}	τ_{20}	τ_{23}	...	τ_{2M}
...									
t_M	α_{M1}	α_{M2}		α_{MN}	τ_{M1}	τ_{M2}	τ_{M3}	...	τ_{M0}
Q	q_{11}	q_{12}		q_{1N}					
	q_{21}	q_{22}		q_{2N}					
	q_{L1}	q_{L2}		q_{LN}					

Из (1) следует, что $M = N$, т.е. матрица A является квадратной, в которой все элементы главной диагонали и все элементы ниже ее равны единице, а остальные элементы равны нулю. Из этого следует, что $|\Omega_i| = i$, и для двух тестов t_i и t_j из $i < j$ следует $\Omega_i \in \Omega_j$.

Множеству тестов $T = \{t_i\}, i = \overline{1, M}$ поставим в соответствие матрицу $\tau = \|\tau_{ij}\|, i = \overline{1, M}, j = \overline{1, M}$ затрат на их проведение, где τ_{ij} - затраты времени на проведение теста t_i , если перед ним выполнялся тест t_j . Диагональные элементы матрицы τ_{i0} соответствуют затратам на проведение теста t_i , если этот тест выполняется первым (перед ним АЦП находился в исходном состоянии). Величина τ_{ij} в значительной степени определяется быстродействием ЦАП, который можно представить как инерционное звено первого порядка [1]. Тогда

$$\tau_{ij} = -\tau \ln \frac{0,5}{|i - j|},$$

где τ - постоянная времени инерционного звена.

Каждому элементу множества всех возможных кодов Ω для всех каналов АЦП поставим в соответствие массив априорных вероятностей $Q = \{q_{ij}\}$, $i = \overline{1, L}$, $j = \overline{0, N-1}$, где q_{ij} - вероятность того, что входному сигналу i -того канала соответствует выходной код k_j . Заметим, что все априорные вероятности q_{ij} одной строки составляют полную группу событий

$$\sum_{j=0}^N q_{ij} = 1, \quad i = \overline{1, L}, \quad (2)$$

поскольку в результате аналого-цифрового преобразования входному сигналу любого канала всегда будет поставлен в соответствие только один какой-либо код. Если условие (2) не выполняется, априорные вероятности необходимо нормировать:

$$\tilde{q}_{iv} = \frac{q_{iv}}{\sum_{j=0}^N q_{ij}}.$$

Вероятность того, что некоторое множество Ω_i содержит элементы множества B , равна

$$\tilde{q}_i = 1 - \prod_{k=1}^K \left(1 - \sum_{j \in \Omega_i} q_{kj} \right). \quad (3)$$

Определим алгоритм подбора выходного кода как некоторую стратегию $\sigma(\Omega) = \{t_{i_1}^0, t_{i_2}^0, \dots, t_{i_p}^0, t_{i_0}^0\}$, где каждый тест применяется непосредственно после предыдущего при отрицательном исходе. Верхний индекс в обозначении теста означает номер стратегии, в которую входит данный тест (нулевой номер имеет стратегия для исходного множества Ω). При положительном исходе, например, теста $t_{i_2}^0$, производится поиск в подмножестве $\Omega_{i_2}^0$ в соответствии с частичной стратегией $\sigma(\Omega_{i_2}^0)$, после чего применяется следующий тест стратегии $\sigma(\Omega)$. Последовательным применением тестов $t_{i_1}^0, t_{i_2}^0, \dots, t_{i_p}^0$ производится поиск первого элемента множества B . Его определение означает, что в одном из каналов преобразование закончено, после чего этот канал отключается и в дальнейшем не влияет на процесс поиска. Затем применяется некоторый тест $t_{i_0}^0$ с затратами τ_o , проверяющий вхождение элементов множества B в множество Ω , в котором обнаружен первый элемент. Задать алгоритм подбора выходного кода значит определить стратегию $\sigma(\Omega)$, а также все частичные стратегии. Считаем, что

если задана стратегия $\sigma(\Omega)$, то определены все частичные стратегии $\sigma(\Omega_j^i)$. Таким образом, стратегия $\sigma(\Omega)$ определяет аналитическую форму записи стратегии подбора кода. Графически стратегию подбора кода можно представить деревом, вершины которого обозначают применяемые тесты, горизонтальные дуги – отрицательные исходы тестов, вертикальные – положительные исходы тестов (рис. 4). Если одновременно применяются несколько тестов (в АЦП, содержащем несколько ЦАП), применяются так называемые комплексные тесты. Так при применении двух ЦАП может использоваться комплексный тест t_{i_1, i_2} , соответствующий одновременному применению тестов t_{i_1} и t_{i_2} .

Пусть определена некоторая стратегия $\sigma(\Omega)$ со всеми частичными стратегиями $\sigma(\Omega_j^u)$. Тогда соответствующие ей затраты, необходимые для определения массива цифровых кодов $B = \{k_1, \dots, k_L\}$, являются случайной величиной, значение которой зависит от уровня аналоговых сигналов на входе многоканального АЦП.

Пусть $C[\sigma(\Omega)]$ – математическое ожидание этой случайной величины. Тогда задача построения оптимальной стратегии подбора кода сводится к построению такой стратегии $\sigma^*(\Omega)$ (и, следовательно, всех частичных стратегий $\sigma(\Omega_j^u)$), для которой справедливо

$$C[\sigma^*(\Omega)] = \min_{\sigma(\Omega)} C[\sigma(\Omega)].$$

Определим средние затраты на реализацию какой-либо конкретной стратегии

$$\sigma(\Omega) = [t_1, \dots, t_l, t_0] \quad (4)$$

(для упрощения обозначений опустим верхний индекс в обозначении стратегий и тестов, а также предположим, что нумерация тестов матрицы T , соответствует порядку их применению в стратегии $\sigma(\Omega)$). Учтем, что стратегией $\sigma(\Omega)$ задаются и частичные стратегии $\sigma(\Omega_i)$, $i = \overline{1, l}$. Будем считать известными средние затраты $C[\sigma(\Omega_i)]$, связанные с реализацией каждой такой стратегии.

Пусть ξ – случайная величина, представляющая суммарные затраты на определение элементов множества $B = \{k_1, \dots, k_L\}$ в соответствии со стратегией $\sigma(\Omega)$. Определим возможные значения этой случайной величины. Предположим, что все элементы множества B принадлежат множеству Ω_1 , т.е. $B \in \Omega_1$. Тогда для определения множества B достаточно применения теста t_1 и стратегии $\sigma(\Omega_1)$, а суммарная стоимость процедуры

$$x_1 = \tau_1 + C[\sigma(\Omega_1)] + \tau_0.$$

Если элементы множества B входят в множество Ω_2 , то процесс преобразования закончится на втором шаге. Суммарные затраты x_2 зависят от того, содержит ли множество Ω_1 элементы множества B . Так, если $B \cap \Omega_1 = \emptyset$, то

$$x'_2 = \tau_1 + \tau_2 + C[\sigma(\Omega_2)] + \tau_0,$$

а если $B \cap \Omega_1 \neq \emptyset$, то

$$x''_2 = \tau_1 + \tau_2 + C[\sigma(\Omega_1)] + C[\sigma(\Omega_2)] + 2\tau_0.$$

Вероятность того, что множество Ω_1 содержит элементы множества B , учитывая (3), равна

$$\tilde{q}_1 = 1 - \prod_{i=1}^K \left(1 - \sum_{j \in \Omega_1} q_{ij} \right). \quad (5)$$

Тогда среднее значение x_2 определится как

$$\bar{x}_2 = \tau_1 + \tau_2 + \tau_0 + C[\sigma(\Omega_2)] + \tilde{q}_1 \{C[\sigma(\Omega_1)] + \tau_0\}.$$

Продолжив подобные рассуждения, найдем, что

$$\bar{x}_k = \sum_{j=1}^k \tau_j + \sum_{i=1}^{k-1} \tilde{q}_i \{C[\sigma(\Omega_1)] + \tau_0\} + C[\sigma(\Omega_k)] + \tau_0, \quad k = \overline{1, l-1},$$

и, учитывая, что вхождение элементов множества B в последнее подмножество Ω_l можно определить методом исключения (не применяя теста t_l), определим

$$\bar{x}_l = \sum_{j=1}^{l-1} \tau_j + \sum_{i=1}^{l-1} \tilde{q}_i \{C[\sigma(\Omega_1)] + \tau_0\} + C[\sigma(\Omega_l)].$$

Определение всех элементов множества B закончится на первом шаге, если $B \cap \Omega_1 = B$. Вероятность того, что все элементы множества B будут входить в Ω_1 , обозначим ее как Q_1 , для стратегии поиска на исходном множестве Ω , равна

$$Q_1 = \prod_{i=1}^K \sum_{j \in \Omega_1} q_{ij}.$$

Для частичных стратегий эту вероятность необходимо нормировать:

$$\tilde{Q}_1 = \frac{\prod_{i=1}^K \sum_{j \in \Omega_1} q_{ij}}{q} = \frac{Q_1}{q},$$

где q - вероятность того, что хотя бы один элемент множества B входит в множество, для которого построена данная частичная стратегия. Для ее вычисления используется формула (3). Заметим, что для исходного множества Ω $q = 1$.

Вероятность события $\xi = \bar{x}_1$, очевидно, равна

$$P(\bar{x}_1) = \tilde{Q}_1. \quad (6)$$

Процесс закончится на втором шаге, если $B \cap \Omega_2 \neq \emptyset$ и $B \cap \Omega_i = \emptyset$ для $i = \overline{3, l}$. Вероятность этого события ($\xi = \bar{x}_2$)

$$P(\bar{x}_2) = \tilde{Q}_2 - P(\bar{x}_1) = \tilde{Q}_2 - \tilde{Q}_1.$$

Или, в общем случае, вероятность принятия случайной величиной ξ значения $\bar{x}_k$:

$$P(\bar{x}_k) = \tilde{Q}_k - \tilde{Q}_{k-1}, \quad k = \overline{1, l}.$$

Теперь находим математическое ожидание затрат, связанное с определением множества B :

$$\begin{aligned} C[\sigma(\Omega)] = & \sum_{k=1}^{l-1} (\tilde{Q}_k - \tilde{Q}_{k-1}) \times \\ & \times \left[\sum_{j=1}^k \tau_j + \sum_{i=1}^{k-1} \tilde{q}_i \{C[\sigma(\Omega_i)] + \tau_0\} + C[\sigma(\Omega_k)] + \tau_0 \right] + \\ & + (\tilde{Q}_l - \tilde{Q}_{l-1}) \left[\sum_{j=1}^{l-1} \tau_j + \sum_{i=1}^{l-1} \tilde{q}_i \{C[\sigma(\Omega_i)] + \tau_0\} + C[\sigma(\Omega_l)] \right]. \quad (7) \end{aligned}$$

В [5] предложен метод построения оптимальных стратегий, основанный на решении задачи о минимальном покрытии.

Пусть закон распределения входных сигналов – равномерный, количество входных каналов – 8, разрядность ЦАП – 8. Тогда время преобразования для структуры мультиплексор-АЦП составит 64 такта, для мультиплицированной структуры – 256 тактов, а для предложенного АЦП – не более 8 тактов, независимо от количества каналов.

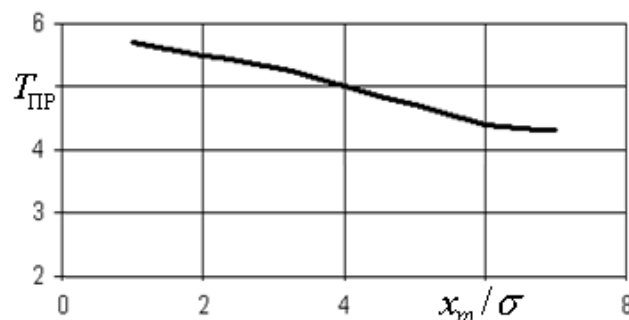


Рис. 4. Зависимость среднего времени преобразования от с.к.о. входного сигнала

Пусть входной сигнал x изменяется в пределах $[0, x_m]$, закон распределения входного сигнала – нормальный, математическое ожидание равно $m_x = x_m / 2$, среднеквадратичное отклонение σ . На рис. 4 приведена

зависимость среднего времени преобразования, вычисленного по формуле (7) для 8-канального, 8-ми разрядного АЦП от отношения x_m / σ .

Таким образом, применение предложенной структуры многоканального АЦП и учет вероятностных характеристик входных сигналов позволяет значительно повысить его быстродействие.

Библиографический список

1. Чернов В.Г. Устройства ввода-вывода аналоговой информации для цифровых систем сбора и обработки данных. - М.: Машиностроение, 1988. – 184 с.
2. Цапенко М.П. Измерительные информационные системы: Структура и алгоритмы, системотехническое проектирование. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 440 с.
3. А.с. 1520656 (СССР). Многоканальный аналого-цифровой преобразователь/Н.Н.Хрисанов. Опубл. в Б.И. №41, 1989.
4. Пат. 2183382 России МКИЗ Н03М 1/26. Многоканальный аналого-цифровой преобразователь/ Н.Н. Хрисанов (Россия); № 2001108022; заявлено 26.03.2001;. Опубл. 10.06.2002. Бюл. № 16.
5. Хрисанов Н.Н., Фролагин Д.Б. Метод решения задач поиска неисправностей// Вестник СамГТУ, серия “Физико-математические науки”, вып. №12/ Самарский госуд. техн. ун-т. - 2001, стр.170-178.

~ N.N.Hrisanov

~ **High-speed multi-channel analog-to-digital converter with an optimal selection procedure code.**

~ **Abstract.** The paper discusses the method of increasing the speed multi-channel analog-to-digital converters with optimal procedure code selection.

УДК 621.396.67

В.Ф. Чередниченко

Открытое акционерное общество «Научно-исследовательский институт электронной техники», Воронеж, Российская Федерация

ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ АНТЕННЫ ВЫТЕКАЮЩЕЙ ВОЛНЫ И ОПТИМИЗАЦИЯ ЕЕ ИЗЛУЧАЮЩЕГО РАСКРЫВА

Аннотация: Представлены результаты численного исследования энергетических и направленных свойств антенны вытекающей волны в миллиметровом диапазоне. Излучающий раскрыв антенны образован периодической решеткой проводников на планарном диэлектрическом волноводе и возбуждается замедленной поверхностной волной. Найдены значения параметров решетки, обеспечивающие максимальные значения эффективности антенны.

Ключевые слова: антенна, излучающий раскрыв, планарный диэлектрический волновод, дифракционная решетка, численное моделирование, коэффициент полезного действия.

В последнее десятилетие в системах широкополосной наземной, межспутниковой и спутниковой связи, при реализации микросотовых и пикосотовых инфокоммуникационных сетей все большее применение находят миллиметровые волны [1-4].

Эффективная работа систем на миллиметровых волнах невозможна без большого разнообразия типов и электродинамических схем антенн, в том числе антенных систем с высокой пространственной направленностью [5,6].

Важной для практики особенностью микроволновых открытых линий передачи является чрезвычайно высокий (вплоть до 98 процентов и выше) коэффициент полезного действия (КПД) в режиме дифракционного излучения, реализуемого путем введения в канал распространяющейся волны регулярной системы периодических неоднородностей [7]. Это обстоятельство позволило создать на их основе высокоэффективные и остронаправленные дифракционные антенны вытекающей волны (антенны дифракционного излучения) [8-12]. Такие антенны используют явление пространственной трансформации поверхностной волны открытой линии передачи в объемную волну на периодической дифракционной решетке.

В статье рассматривается диэлектрическая антенна вытекающей волны, принцип работы которой основан на эффекте преобразования поверхностной замедленной волны планарного диэлектрического волновода в объемную волну с помощью периодической дифракционной решетки проводников (рис. 1,а), шаг следования которых соизмерим с длиной излучаемой волны

[13]. Параметры дифракционной решетки существенно влияют на характеристики излучения антенны вытекающей волны. В связи с этим представляется целесообразным применительно к относительно простой реализации раскрыва на основе периодической решетки проводников выполнить исследование зависимости основных характеристик излучения антенны от параметров решетки.

Цель статьи — исследовать характеристики излучения линейного варианта дифракционной антенны вытекающей волны и выбрать геометрию излучающего раскрыва для реализации антенны с однолучевой диаграммой направленности (ДН) применительно к миллиметровому диапазону волн.

Комплексное исследование характеристик излучения антенны вытекающей волны возможно либо экспериментальным путем [14,15], либо на основе математического моделирования. В последние годы на этапе обоснования и выбора параметров излучающего раскрыва, а также последующей оптимизации излучающих свойств антенны все чаще предпочтение отдают математическому моделированию [16-19]. Это позволяет существенно экономить временные и материальные ресурсы. В первом приближении математическая модель дифракционной антенны вытекающей волны предполагает численную реализацию задачи дифракции заданной волны на периодической решетке проводников. Если рассматривается режим излучения, то такой заданной волной является поверхностная волна диэлектрического волновода, если характеристики антенны определяются в режиме приема электромагнитных волн — заданной волной является проходящая извне свободная волна.

Анализ рассеяния свободной электромагнитной волны на периодической решетке проводников прямоугольного профиля, нагруженной диэлектрическим волноводом, может быть выполнен на основе модификации метода частичных областей, предложенной в работе [20] и развитой в работах [21,22]. Однако относительно простые для алгоритмизации и информативные модели, получаемые на основе указанного метода анализа открытых металлодиэлектрических структур, формализуются в рамках концепции бесконечных периодических структур. В связи с этим прямая возможность учета краевых эффектов, связанных с конечным характером излучающего раскрыва, несколько затруднена. Для решения задачи дифракции поверхностной волны диэлектрического волновода на щелевой решетке более целесообразно использовать модель, представленную в [13]. По степени строгости указанная модель занимает промежуточное положение между численными моделями, предложенными в работах [23] и [7], однако, в отличие от сугубо численной модели, исследованной в работе [23], она более проста и, кроме того, дает возможность учесть краевые эффекты, обусловленные конечным числом проводников, образующих дифракционную решетку.

Таким образом, для формализации решения дифракционной задачи принята двумерная модель, показанная на рис. 1,б. Диэлектрическая пластина толщиной τ с относительной диэлектрической проницаемостью ϵ размещена на основании, выполненном из металла, обладающего бесконечной проводимостью. Непосредственно на поверхности диэлектрического волновода расположена эквидистантная решетка с шагом ℓ из N проводников в форме тонких металлических стержней малого радиуса по сравнению с длиной волны λ в свободном пространстве.

В предположении, что на решетку набегают поверхностная замедленная волна H -типа с единственной отличной от нуля поперечной E -компонентой (рис. 1,а), расчет рассеянного решеткой поля сводится к системе линейных алгебраических уравнений относительно комплексных амплитуд токов в проводниках. В работе [13] система уравнений получена с использованием двумерной интегральной модифицированной функции Грина, описывающей отраженное от диэлектрического волновода поле.

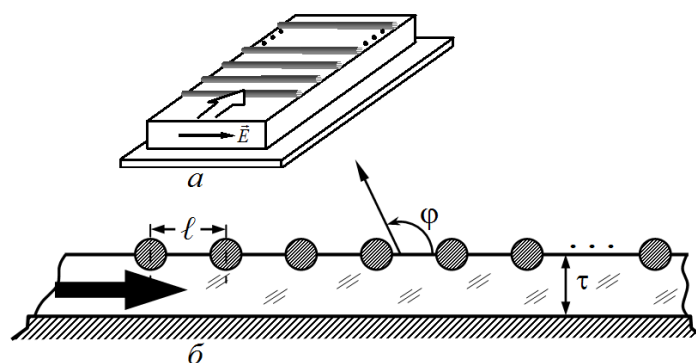


Рис. 1. Излучающий раскрыв антенны (а) и его модель (б)

Задача численного анализа антенны вытекающей волны алгоритмизирована с использованием математических соотношений, приведенных в [13], и с учетом реализации основных вычислительных процедур, описанных в [24]. Представленные ниже результаты получены на основе авторской программной реализации модели.

Возьмем длину волны, излучаемой рассматриваемой антенной, относящейся к миллиметровому диапазону волн и равной $\lambda = 7.14$ мм ($f = 42$ ГГц). Число элементов решетки положим равным 50-ти. Будем считать, что диэлектрический волновод изготовлен из немагнитного диэлектрика с $\epsilon = 9.8$. Такой материал представляет собой алюмооксидную керамику с тангенсом угла диэлектрических потерь не более $1 \cdot 10^{-4}$ на частотах 10 ГГц и выше. Толщина диэлектрического волновода взята около $\frac{1}{2}$ длины волны в волноводе с учетом ϵ материала — $\tau = 1.43$ мм. Толщина волновода указанной величины обеспечивает, во-первых, его одномодовый характер [27], во-вторых, соответствует условию прозрачности для поперечно излучаемой волны [28].

Пусть шаг решетки ℓ меняется в пределах от 2.5 до 6.5 мм, тогда при условии, что $\lambda = 7.14$ мм, отношение ℓ к λ будет меняться в пределах от 0.35 до 0.90. Для каждого значения электрического шага решетки зафиксируем основные параметры антенны, получаемые в результате расчета.

На рис. 2 - 11 показаны зависимости от ℓ :

- направления максимума главного лепестка ДН $\varphi_{\max}$ (рис. 2), где φ — угол наблюдения, отсчитываемый от поверхности излучающего раскрыва против направления часовой стрелки (рис. 1,б);
- ширины главного лепестка ДН по уровню -3 дБ $\Delta\varphi$ (рис. 3);
- максимального уровня боковых лепестков ДН $U_{\text{БЛ}}$ в дБ (рис. 4);
- плоского коэффициента направленного действия (КНД) $K_{\text{НД}}$ в дБ [25] (рис. 5);
- коэффициента рассеяния, определяющего часть мощности, излученной вне ширины главного лепестка ДН $K_{\text{р}}$ в % (рис. 6);
- КПД как отношения мощности излучения к подведенной к раскрыву мощности поверхностной волны $K_{\text{ПД}}$ в % (рис. 7);
- нормированного коэффициента стоячей волны (КСВ) $K_{\text{СВН}}$ (рис. 8);
- плоского коэффициента усиления $K_{\text{у}}$ ($K_{\text{у}} = K_{\text{НД}} \cdot K_{\text{ПД}}$) в дБ (рис. 9);
- плоского коэффициента использования поверхности (КИП или применительно к линейному варианту антенны — коэффициента использования длины раскрыва) $K_{\text{ИП}}$, рассчитываемого как частное расчетного КНД к КНД решетки с неизменным амплитудным распределением при учете излучения под углом $\varphi_{\max}$ [26] (рис. 10);
- полной эффективности антенны $\mathcal{E}_{\text{ФФ}}$ %, рассчитываемой путем перемножения КПД на КИП [26] (рис. 11).

Из рис. 2, в частности, следует, что рассматриваемая антенна вытекающей волны характеризуется угловой дисперсией, то есть зависимостью направления максимума ДН от частоты, которая имеет место для антенн, работающих на эффекте пространственного преобразования электромагнитных волн [29,30]. Изменение шага решетки от 2.61 до 4.25 мм приводит к уменьшению углового направления максимума главного лепестка ДН от 110° до 41° . Увеличение шага от 4.9 до 6.4 мм уменьшает угол максимума ДН от 117° до 41° . Следует иметь в виду, что в первом случае, то есть когда $\ell = 2.61\text{--}4.25$ мм, раскрыв излучает (-1) -ю пространственную гармонику [7], а во втором случае, то есть при $\ell = 4.9\text{--}6.4$ мм, раскрыв излучает уже (-2) -ю гармонику. При $\ell = 4.2\text{--}4.9$ мм антенна способна достаточно эффективно излучать на обеих гармониках — и на (-1) -й, и на (-2) -й, так что ДН в этом случае содержит два соизмеримых по мощности лепестка, претендующих на роль главного лепестка ДН. Энергетические характеристики антенны вытекающей волны для этого интервала на рис. 2 - 11 не показаны.

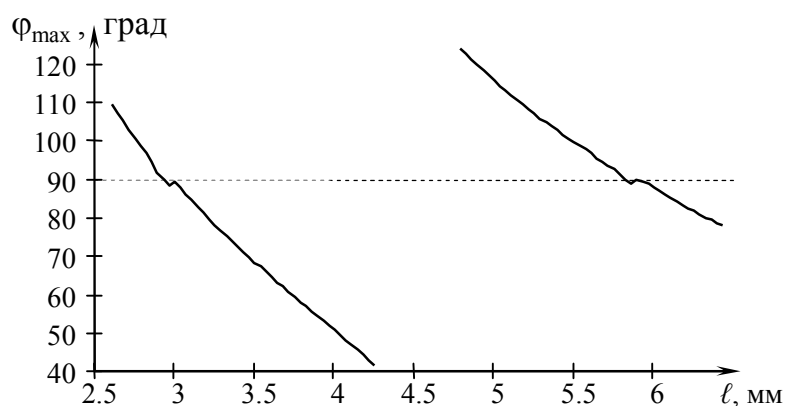


Рис. 2. Направление максимума главного лепестка ДН

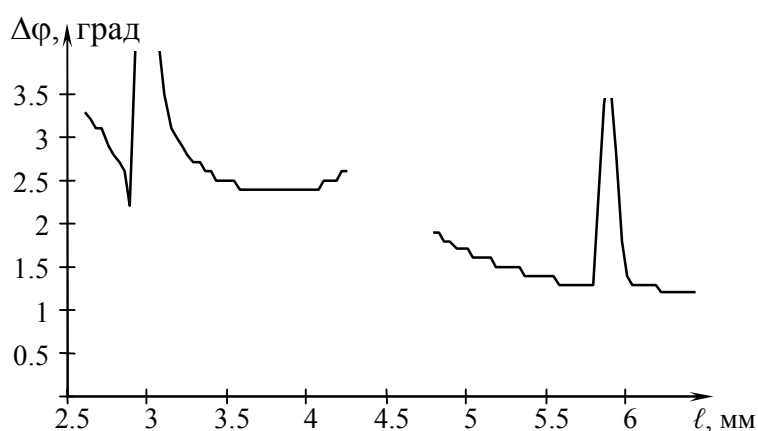


Рис. 3. Ширина главного лепестка ДН

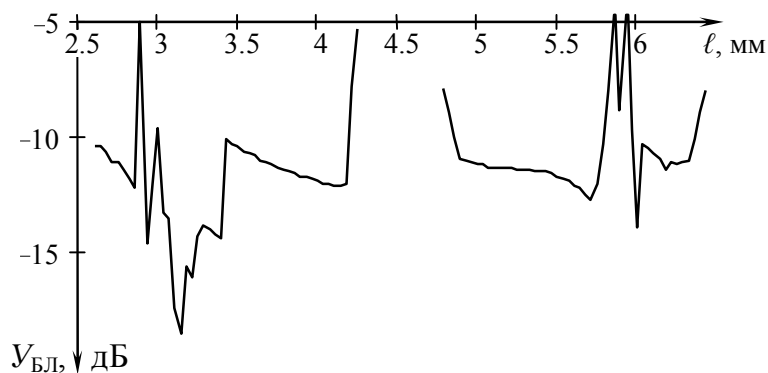


Рис. 4. Максимальный уровень боковых лепестков ДН

Кривая для плоского КНД (рис. 5) с увеличением шага решетки в среднем является возрастающей. Такая динамика КНД несколько не противоречит свойству КНД идеализированной решетки с неизменным по длине амплитудным распределением токов (он отражен штрихом на рис. 5), который по мере удлинения решетки пропорционально увеличивается [25]. Однако при значениях шага около 2.9 и 5.8 мм наблюдаются весьма глубокие локальные минимумы КНД. Малый КНД в данном случае однозначно соответствует по величине шага глубоким провалам КПД. Итак,

при указанных значениях шага антенна практически не излучает. Это связано с проявлением при $\ell = 2.9$ мм дифракции Брэгга или автоколлимационного отражения первичной волны [7,31].

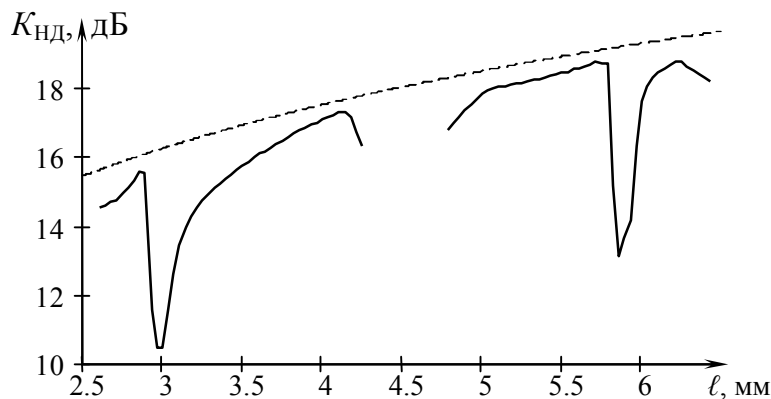


Рис. 5. Коэффициент направленного действия

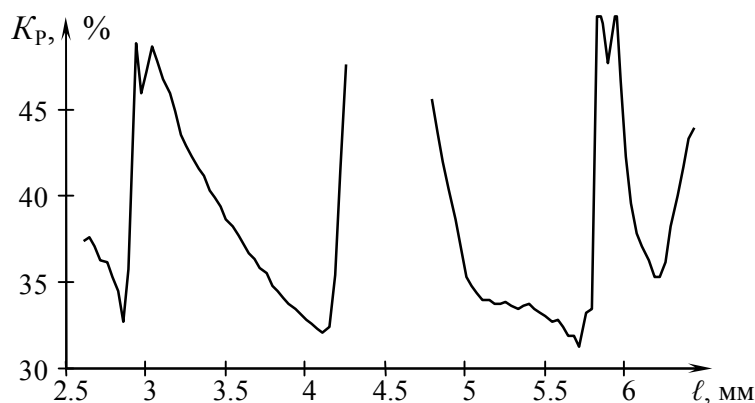


Рис. 6. Коэффициент рассеяния излучения

При $\gamma_i \cdot \ell / \pi = v$ (v — целое число) [31] скорость поверхностной волны, характеризуемой постоянной распространения γ_i , и бегущей встречно ей v -й пространственной волны равны. Поэтому бегущая встречно первичной волне гармоника будет поддерживаться диэлектрическим волноводом и приобретет весомую мощность. В связи перекачкой мощности из первичной волны в отраженную волну и наблюдается катастрофическое падение мощности излучения антенны ($K_{НД}$, рис. 7). Поверхностная волна, отраженная решеткой, излучается под углом ухода первичной волны $\varphi_{\max} = \arccos(\gamma_i / k - v\ell / \lambda) = 90^\circ$. Обе вытекающие волны, будучи противофазными, интерферируют, практически компенсируя друг друга. Это приводит не только к падению уровня излучения, но и к расширению главного лепестка ДН (рис. 3), падению КНД, приросту максимального $U_{\text{БЛ}}$ (рис. 4), увеличению коэффициента рассеяния (рис. 6). Фактически в раскрыве устанавливается стоячая волна, поэтому значительно вырастает $K_{\text{СВН}}$ (рис. 8). При $\ell = 2.9$ мм имеет место приведенное выше равенство

$\gamma_1 \ell / \pi = \nu$ для $\nu = 2$ (дифракция Брэгга второго порядка), при $\ell = 5.8$ мм — для $\nu = 4$ (дифракция Брэгга четвертого порядка).

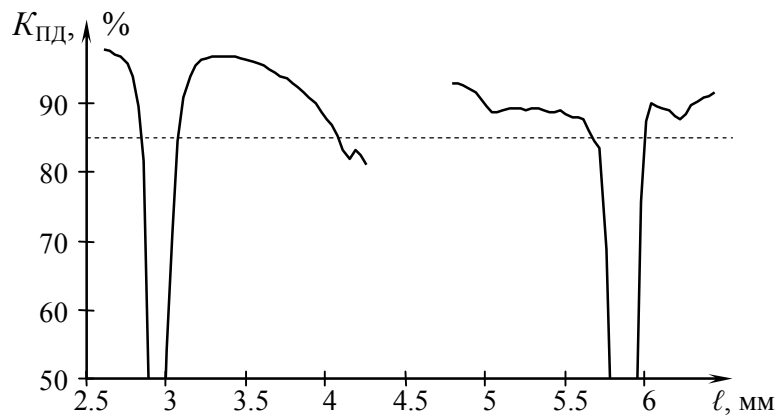


Рис. 7. Коэффициент полезного действия

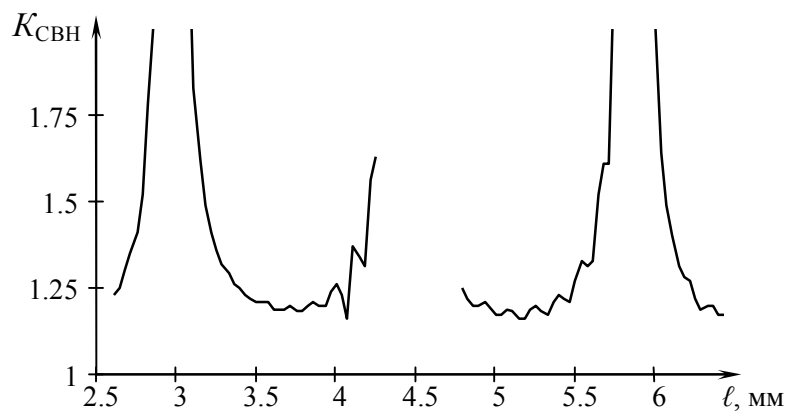


Рис. 8. Нормированный коэффициент стоячей волны

Анализ рис. 7 и 8, содержащих графики КПД и КСВ антенны, показывает, что максимальные значения КПД и КСВ наблюдаются для значений шага решетки, отличных от $\ell = 2.9$ мм и $\ell = 5.8$ мм. Так, большие значения КПД излучающего раскрыва величиной не менее 85 % имеют место быть в случаях, когда шаг решетки $\ell = 2.5 \dots 2.8$ мм, $\ell = 3.1 \dots 4.0$ мм, $\ell = 4.8 \dots 5.65$ мм и $\ell = 6.0 \dots 6.5$ мм (рис. 7).

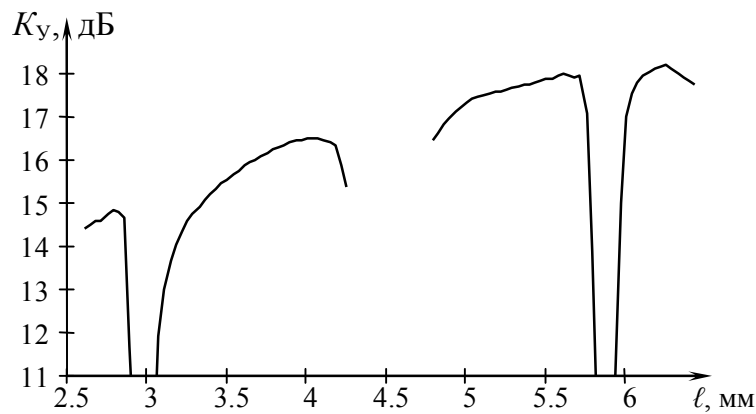


Рис. 9. Коэффициент усиления

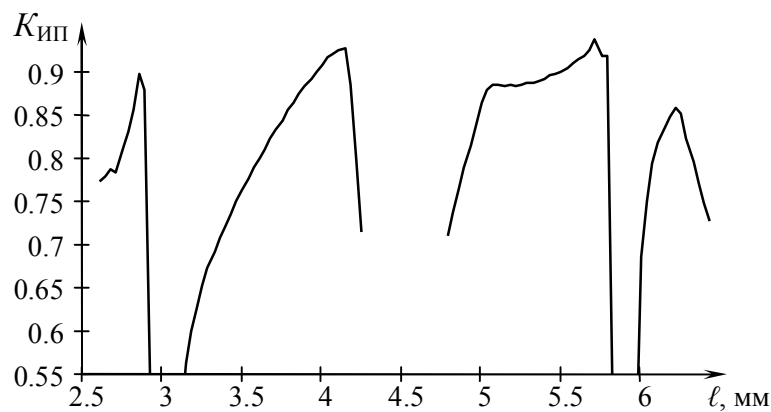


Рис. 10. Коэффициент использования поверхности раскрыва

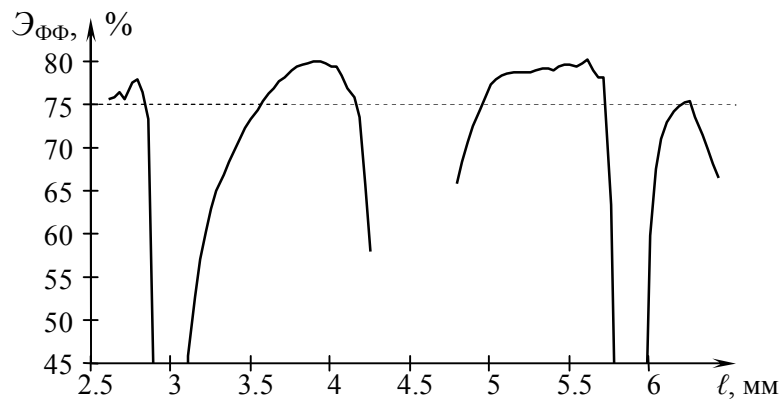


Рис. 11. Полная эффективность

Наилучшие значения КСВ (1.5 и меньше, что соответствует четырем процентам отраженной мощности) наблюдаются при $\ell = 2.5 \dots 2.78$ мм, $\ell = 3.17 \dots 4.2$ мм, $\ell = 4.8 \dots 5.65$ мм и $\ell = 6.08 \dots 6.5$ мм. Оптимальные значения периода ℓ , характеризующихся $K_{\text{ПД}} > 85\%$ и $K_{\text{СВН}} < 1.5$, можно отыскать путем пересечения указанных интервалов: $\ell = 2.5 \dots 2.78$ мм, $\ell = 3.17 \dots 4.0$ мм, $\ell = 4.8 \dots 5.65$ мм и $\ell = 6.08 \dots 6.5$ мм. Для приведенных

значений ℓ полная эффективность принимает согласно рис. 11 следующие значения: от 75 до 78 %, от 55 до 80 %, от 65 до 80 % и от 66 до 76 %.

Для практической реализации излучающего раскрыва антенны вытекающей волны, обеспечивающей максимально возможные значения эффективности (не менее 75 %), следует рекомендовать согласно рис. 11 следующие возможные значения шага решетки: от 2.60 до 2.85 мм, от 3.55 до 4.15 мм, от 4.95 до 5.73 мм, от 6.20 до 6.25 мм. Для этих значений шага направление максимума главного лепестка ДН не выходит за пределы следующих интервалов: от 110 до 96°, от 66.5 до 45.5°, от 117.5 до 93°, от 82 до 81.5°.

Таким образом, в результате исследований характеристик излучения дифракционной антенны вытекающей волны установлены оптимальные значения шага решетки, обеспечивающие максимальные значения эффективности антенны при излучении в направлениях, близких к поперечному, и рабочей длине волны $\lambda = 7.14$ мм: $\ell = 2.79$ мм = 0.391λ (излучение на (–1)-й гармонике, $\mathcal{E}_{\text{ФФ}} = 77.9$ %), $\ell = 5.61$ мм = 0.786λ и $\ell = 6.26$ мм = 0.877λ (излучение на (–2)-й гармонике, $\mathcal{E}_{\text{ФФ}} = 80.2$ % и 75.3 %). Указанные варианты характеризуются примерно одинаковым максимальным уровнем боковых лепестков ДН, соответствующим –12 дБ. Для обеспечения относительно малого уровня бокового излучения, например, "минус" 17.5 дБ шаг решетки следует взять равным $\ell = 3.12$ мм = 0.437λ , однако, при этом $\mathcal{E}_{\text{ФФ}} = 48.8$ %.

Библиографический список

1. Pi Z., Khan F. An introduction to millimeter-wave mobile broadband systems // IEEE Communications Magazine. — 2011. — V. 49, № 6. — pp. 101-107.
2. Башилов Г. Беспроводные миллиметровые линии // Журнал сетевых решений LAN. — 2010. — № 12. — с. 64-67.
3. Вишневский В., Шахнович И., Фролов С. Радиорелейные линии связи в миллиметровом диапазоне: Новые горизонты скоростей // Электроника: Наука, Технология, Бизнес. — 2011. — № 1. — с. 90-97.
4. Современные космические системы связи и особенности их развития / В. А. Черепенин, А. С. Дмитриев, Р. П. Быстров и др. // Радиотехника. — 2011. — № 10. — с. 4-19.
5. Баклашов И. С., Клионовски К. К. Антенные решетки и ФАР миллиметрового диапазона // Антенны. — 2011. — № 4. — с. 20-30.
6. Сборник докладов по тематике "Электродинамика, распространение радиоволн, антенны. Техника СВЧ" [Электронный ресурс]: международная научно-техническая конференция "Радиолокация, навигация, связь": за период 2002 г. – 2013 г. Воронеж, — 2014. — URL: <http://www.rlnc.sakv.ru/Sbornik%20electrodinamika%202002-2013.htm> (дата обращения: 30.07.2015).
7. Шестопалов В. П. Физические основы миллиметровой и субмиллиметровой техники. Т. 1. Открытые структуры. — Киев: Наукова думка, 1985. — 216 с.
8. Евдокимов А. П. Антенны дифракционного излучения // Физические основы приборостроения. — 2013. Т. 2, № 1. — с. 108-124.

9. Останков А. В. Ретроспективный анализ возможностей, конструкций и основных характеристик дифракционных антенн вытекающей волны // Вестник Воронежского государственного технического университета. — 2010. — Т. 6, № 8. — с. 75-81.

10. Плоские дифракционные СВЧ-антенны с фиксированной ориентацией линейной поляризации / А. И. Климов, К. Б. Меркулов, А. В. Останков и др. // Приборы и техника эксперимента. — 1999. — Т. 42, № 6. — с. 136.

11. Плоская измерительная антенна СВЧ диапазона волн с электронным управлением поляризации излучения / К. Б. Меркулов, А. В. Останков, Ю. Г. Пастернак и др. // Приборы и техника эксперимента. — 2003. — Т. 46, № 3. — с. 162-163.

12. Квазифрактальная двухдиапазонная антенна вытекающей волны / В. И. Винников, А. В. Останков, Ю. Г. Пастернак, И. В. Попов // Вестник Воронежского государственного технического университета. — 2009. — Т. 5, № 9. — с. 64-67.

13. Калинин В. И., Куранов Ю. В. Дифракция поверхностных волн на решетке металлических стержней и анализ диэлектрической антенны вытекающей волны // Радиотехника и электроника. — 1991. — Т. 36, № 10. — с. 1902-1909.

14. Установка для измерения пространственных и волноводных характеристик периодических металлодиэлектрических структур / Г. С. Воробьев, В. О. Журба, М. В. Петровский, А. А. Рыбалко // Приборы и техника эксперимента. — 2010. — № 4. — с. 1-3.

15. Экспериментальные исследования антенных характеристик гребенки с двумя пазами и со слоем диэлектрика / А. И. Климов, К. Б. Меркулов, А. В. Останков, Ю. Г. Пастернак, В. И. Юдин // Приборы и техника эксперимента. — 1999. — Т. 42, № 4. — с. 113-116.

16. Разевиг В. Д., Потапов Ю. В., Курушин А. А. Проектирование СВЧ устройств с помощью Microwave Office. — М.: Солон-Пресс, 2003. — 600 с.

17. Моделирование малогабаритных сверхширокополосных антенн: коллективная монография / В. Б. Авдеев, А. В. Ашихмин, А. В. Бердышев, С. В. Корочин, В. М. Некрылов, А. В. Останков, Ю. Г. Пастернак. — Воронеж: Воронежский государственный университет, 2005. — 223 с.

18. Банков С. Е., Грибанов А. Н., Курушин А. А. Электродинамическое моделирование антенных и СВЧ структур с использованием FEKO. — М.: One-Book, 2013. — 423 с.

19. Гринев А. Ю. Численные методы решения прикладных задач электродинамики. — М.: Радиотехника, 2012. — 336 с.

20. Останков А. В., Юдин В. И. Электродинамический метод анализа открытых металлодиэлектрических гребенчатых структур // Радиотехника. — 2012. — № 2. — с. 31-37.

21. Останков А. В., Кирпичева И. А. Расчет параметров решетки из проводящих лент на экранированном диэлектрическом волноводе для антенны дифракционного излучения // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки. — 2015. — № 1-2. — с. 3-10.

22. Останков А. В. Решение задачи дифракции электромагнитной волны на периодической многослойной гребенчатой структуре и его применение для анализа перспективных вариантов микроволновых антенн дифракционного излучения // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки. — 2015. — № 5-6. — с. 3-14.

23. Ghomi M., Baudrand H., Cavalli C. New approach for computing radiation pattern of dielectric leaky-wave antenna // Electronics Letters. — 1989. — V. 25, № 5. — pp. 345-346.

24. Чередниченко В. Ф. Расчет оптимального шага дифракционной решетки в составе излучающего раскрыва антенны вытекающей волны миллиметрового диапазона

[Электронный ресурс] // Современные научные исследования и инновации. — 2014. — № 7 (39). — URL: <http://web.snauka.ru/issues/2014/07/36583> (дата обращения: 25.06.2015).

25. Устройства СВЧ и антенны / Под ред. Д. И. Воскресенского. — 2-е изд., доп. и перераб. — М.: Радиотехника, 2006. — 376 с.

26. Останков А. В. Анализ и оптимизация дифракционной антенны поверхностной волны // Антенны. — 2010. — № 9 (160). — с. 44-53.

27. Взятышев В. Ф. Диэлектрические волноводы. — М.: Сов. радио, 1970. — 216 с.

28. Евдокимов А. П., Крыжановский В. В. Дифракционные явления в антеннах вытекающих волн // Антенны. — 2003. — № 3-4 (70–71). — с. 50-56.

29. Останков А. В. Синтез излучающего гребенчатого раскрыва антенны вытекающей волны // Радиотехника. — 2012. — № 2. — с. 38-44.

30. Останков А. В., Калинин Ю. Е. Расчет частотно-сканирующей антенны дифракционного излучения // Радиотехника. — 2014. — № 3. — с. 83-87.

31. Резонансное рассеяние волн. Т. 1. Дифракционные решетки / В. П. Шестопалов, А. А. Кириленко, С. А. Масалов, Ю. К. Сиренко. — Киев: Наукова думка, 1986. — 232 с.

V.F. Cherednichenko

Investigation of characteristics of dielectric leaky wave antennas and optimize its radiating aperture

Abstract: Results are presented from numerical studies of a energy and directional properties of leaky wave antennas in the millimeter band. Radiating antenna aperture formed a periodic grating of conductive elements on a planar dielectric waveguide and excited by slow surface wave. The author found values of parameters the grating providing the maximum values of radiation efficiency of the antenna.

Keywords: antenna, radiating aperture, planar dielectric waveguide, diffraction grating, numerical simulation, efficiency.

УДК 621.396:669.8

С.Ф. Четвериков, В.Ф. Осинин

ФГБОУ ВПО "Липецкий государственный технический университет",
Липецк, Россия.

РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СРЕДНЕГО ЧИСЛА ВЫБРОСОВ ОГИБАЮЩЕЙ АТМОСФЕРНОГО РАДИОШУМА

Аннотация. В статье рассматриваются основные блоки информационно-измерительной системы и их функционирование. Представлено исследование распределения среднего числа выбросов, полученное от генератора шума.

Ключевые слова: Радишум, информационно-измерительная система, среднее число выбросов.

Abstract. The paper discusses the major components of information measuring systems and its functionality. The research of distribution of overshoots average number from a noise generator is presented.

Keywords: radio noise, information measuring systems, average number of overshoots .

Для оценки характера воздействия атмосферных радиопомех на системы радиосвязи требуются сведения о различных характеристиках поля атмосферного радишума. Это предъявляет конкретные требования и к составу информационно-измерительной системы (ИИС) контроля распределения среднего числа выбросов огибающей радишумов в точке приема информации. Отсюда следует важный вывод, что, прежде всего, нужно иметь сведения о распределении среднего числа выбросов при выполнении условий стационарности, функции амплитудного распределения вероятностей атмосферного шума, зависящей от средней и среднеквадратичной напряженности поля.

Информационно-измерительная система контроля распределения среднего числа выбросов огибающей атмосферного радишума (рис. 1) состоит из трех блоков:

1. Антенный блок включает в себя: вертикальную штыревую ненастроенную электрическую антенну с геометрической длиной пять метров над радиальным заземлением, которая позволяет регистрировать вертикальную электрическую компоненту E_z электромагнитного поля в зоне регистрации; реле, переключающее антенну и калибровочный генератор;

антенный усилитель пропускает полосу частот от 3 до 30 кГц и имеет коэффициент усиления в этой полосе равный двум.

2. Калибровочный блок содержит генератор нормального шума с эффективной полосой генерации 50 кГц и коммутирующее устройство. В режиме калибровки системы сигнал от генератора нормального шума через эквивалент антенны поступает на вход антенного усилителя приемного устройства.

3. Обработывающий блок (блок обработки информации и блок управления) состоит из: узкополосного приемника с диапазоном рабочих частот от 2 до 150 кГц и набором эффективных полос пропускания от 10 до 3000 Гц; низкочастотного фильтра для выделения огибающей узкополосного процесса; из статистического анализатора с динамическим диапазоном измеряемых напряжений порядка 80 дБ. Дальнейшая обработка информации и управления экспериментом осуществляется с помощью АЦП и ЭВМ, функционирующая на базе представленных в работе алгоритмов (рис. 2). Блок управления ИИС отвечает за передачу сигнала переключения реле антенного блока между режимами измерения атмосферного шума и настройки системы на базе нормального шума, выбора мощности нормального шума, эффективной полосы пропускания, исследуемой частоты приема и коэффициента усиления.

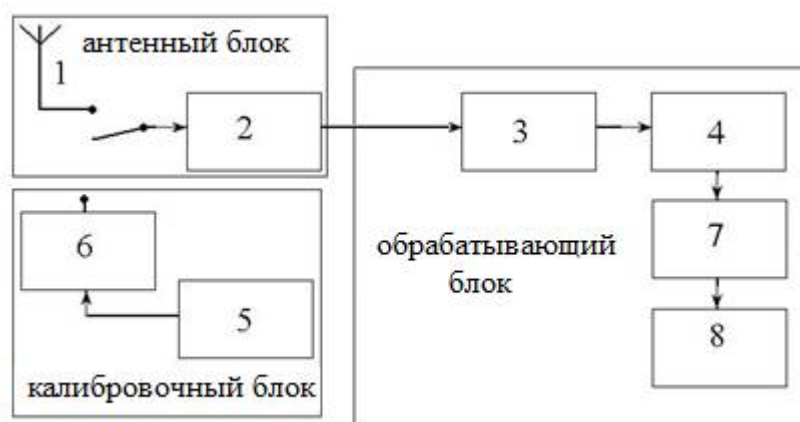


Рис. 2.1. Информационно-измерительная система контроля распределения среднего числа выбросов огибающей атмосферного радишума: 1 – штыревая антенна; 2 – антенный усилитель; 3 – узкополосный приемник; 4 – статистический анализатор; 5 – калибровочный генератор нормального шума; 6 – эквивалент антенны; 7 – АЦП; 8 – ЭВМ [1]

Время анализа выбирается порядка 10 минут, поскольку процесс случайный и для его достоверного представления необходим длительный промежуток времени для описания статистических свойств.

Исходя из центральной предельной теоремы, если процесс формируется из большого числа поступивших в разные моменты времени импульсов с примерно одинаковой амплитудой, то он является нормальным

и его можно описать всего двумя параметрами: средним и среднеквадратичным отклонением [2]. Поэтому при изучении атмосферного шума при высокой чувствительности все слабые импульсы регистрируются и создают нормальный фон, который в координатах Релея описывается прямой линией с угловым коэффициентом наклона равным двум. С уменьшением чувствительности приемника устройство принимает только мощные импульсы, и нормальное распределение переходит в распределение Пуассона.

Для пересчета опорных уровней анализатора помех в эффективные значения напряжения шумового генератора используется генератор широкополосного нормального шума, который подключается на вход антенного усилителя при отключенной антенне. Это также необходимо для последующей калибровки уровней напряженности поля в абсолютных единицах, исходя из известных параметров системы.

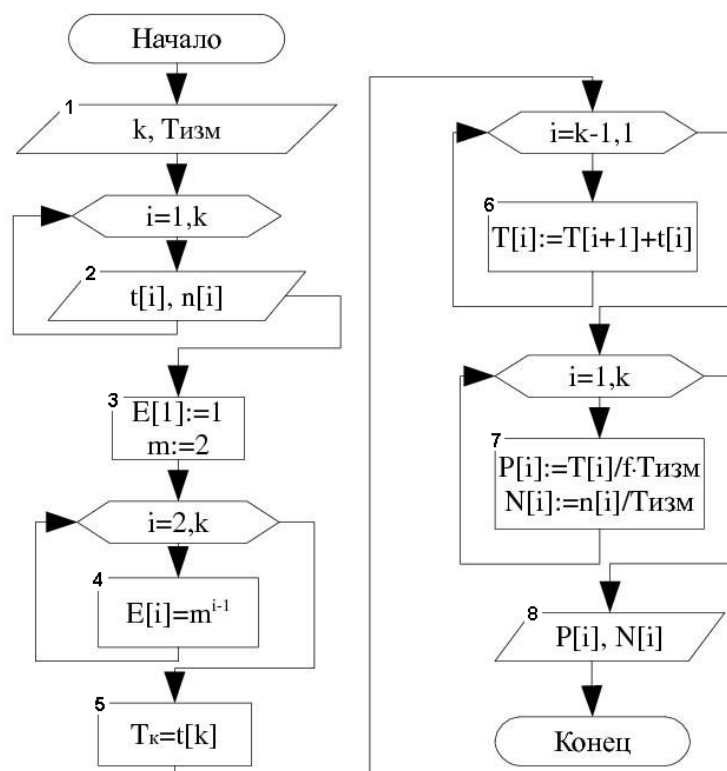


Рис. 2. Алгоритм подсчета распределений вероятности $P(E)$ и среднего числа выбросов $N(E)$: 1 – ввод количества пороговых уровней и времени измерения (в секундах); 2 – определение времени нахождения между i и $i+1$ уровнями (в импульсах) и количества превышений для i -го уровня; 3,4 – задание напряженности поля для первого порогового уровня, последующий больше предыдущего в m раз; 5 – задание времени превышения максимального k -го уровня (в работе $k=14$); 6 – время превышения i -го уровня равно сумме времени превышения следующего $i+1$ уровня и времени нахождения между уровнями; 7 – определение вероятности превышения i -го порогового уровня как отношение времени превышения i -го порогового уровня ко времени измерения (в импульсах), здесь общее количество импульсов кварцевого генератора (в импульсах)

равно произведению времени измерения (в секундах) на частоту кварцевого генератора и определение числа превышений как отношение количества превышений ко времени измерения (в секундах); 9 – вывод вероятности P_i превышения и количества N_i превышений напряженности E_i каждого порогового уровня i

С помощью представленной ИИС, функционирующей на базе алгоритмов, представленных в работах [1, 2], возможно непрерывное (в пределах стационарности процесса) экспериментальное измерение статистических характеристик и распределения среднего числа выбросов огибающей поля атмосферного радишума в точке приема.

На рисунке 3 для пояснения работы алгоритма представлена огибающая напряженности атмосферного узкополосного шума.

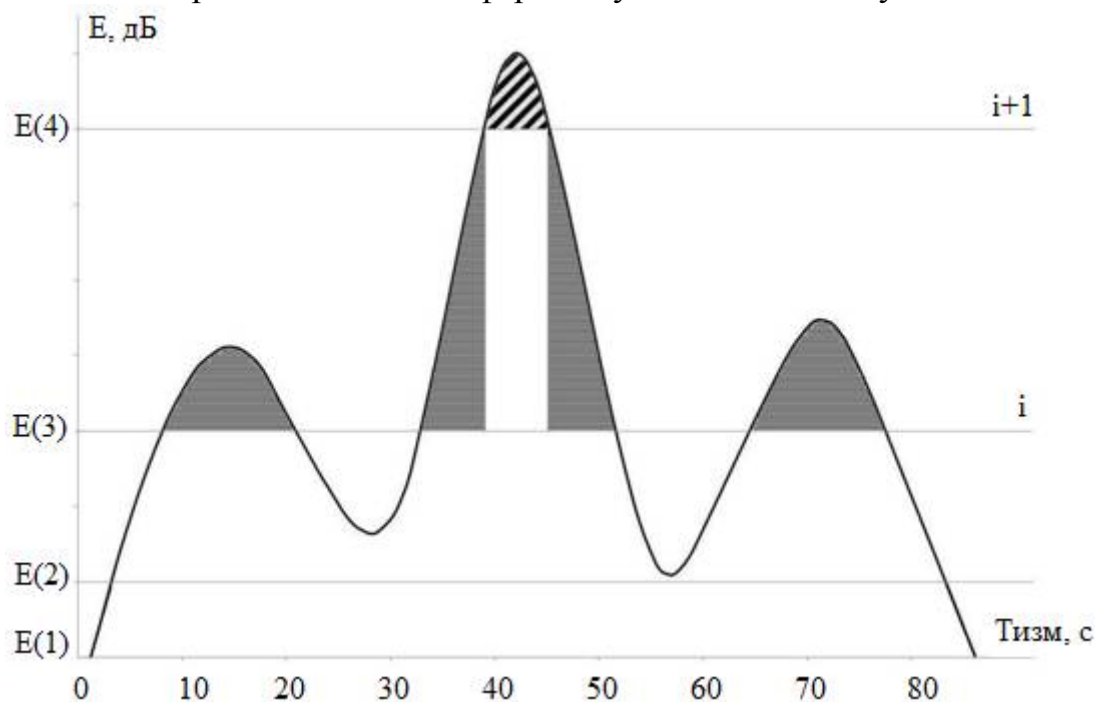


Рис.3. Огибающая напряженности атмосферного узкополосного шума:
 $k=4$ - количество пороговых уровней; $t[i]$ - время нахождения между i и $i+1$ уровнями - серая горизонтальная штриховка; T_k - время превышения максимального k -го уровня - наклонная черно-белая штриховка, $n[i]=3$ - количество превышений для i -го уровня

Для оценки грозowych радиоимпульсов на входе антенны через распределение среднего числа выбросов огибающей атмосферного радишума, измеренного на выходе узкополосного приемника, необходимо в ИИС иметь набор таких селективных пороговых устройств, которые бы в совокупности охватывали весь динамический диапазон амплитуд огибающей атмосферного радишума. При этом важно подчеркнуть, что вместе с распределением среднего числа выбросов огибающей атмосферного радишума требуется знание и функции распределения вероятностей.

На рис. 4 для несущей частоты $f = 9,8$ кГц и эффективной полосы пропускания $\delta f_s = 200$ Гц показано семейство кривых распределения $N(E > E_0)$, полученное от генератора шума при различных значениях выходного напряжения шумового генератора. Из рис. 4 видно, что напряжение, при котором распределение среднего числа выбросов узкополосного нормального шума имеет максимум, зависит от выходного напряжения шумового генератора. На этом рисунке по оси ординат в линейных единицах отложены положительные выбросы огибающей нормального шума, а по оси абсцисс – селективные уровни в децибелах по отношению к эффективному напряжению, при котором было измерено распределение. Из проведенного исследования видно, что, чем больше выходное напряжение генератора, тем большее значение принимает напряжение при максимуме $N(E > E_0)$.

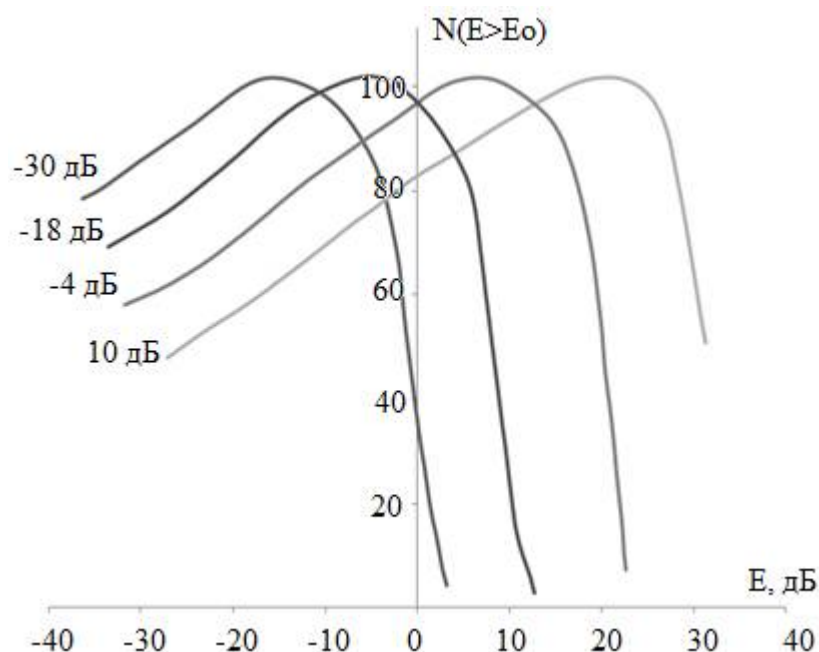


Рис.4. Распределения среднего числа положительных выбросов огибающей нормального шума для различных значений его интенсивности

Таким образом, информационно-измерительная система контроля распределения среднего числа выбросов огибающей атмосферного радишума, хорошо описывает экспериментальные результаты (рис. 4). Плюсом ИИС является возможность описания поля атмосферных помех как в присутствии, так и в отсутствии близких гроз, что позволяет широко использовать данную систему для практического применения [3, 4].

Библиографический список

1. Четвериков, С.Ф. Информационно-измерительная система для изучения статистических свойств и суточно-сезонных вариаций интенсивности естественного ОНЧ-радишума // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Информатика. Телекоммуникации. Управление., 2014., № 3 (198). - с. 59-64.
2. Четвериков С.Ф. Алгоритм первичной обработки информации для информационно-измерительной системы контроля пауз между выбросами огибающей поля атмосферного радишума // Междисциплинарные исследования в науке и образовании. – 2012. – № 1 К; URL: www.es.rae.ru/mino/158-1039 (дата обращения: 14.09.2012).
3. World distribution and characteristics of atmospheric radio noise [Text]: 10th Plenary Assembly, Int. Telecommun. Union. Int. Rad. Consult. Comm. Geneva. – 1964. Report 322.
4. Осинин, В.Ф. Математическая модель представления функции распределения атмосферного радишума / В.Ф. Осинин, С.Ф. Четвериков, С.И. Шарапов, Л.Г. Гамова, И.А. Коваленко // Вести высших учебных заведений Черноземья. – Липецк. ЛГТУ. №2. 2013. – С. 52- 59.

УДК 004.75

К.В.Чудинова

Воронежский государственный университет, Воронеж, Россия

УПРАВЛЕНИЕ ПОТОКАМИ ДАННЫХ ПРИ МЕЖМОДУЛЬНОМ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ ПРОГРАММНЫХ ОБЪЕКТОВ СРЕДСТВАМИ ВИРТУАЛИЗИРОВАННОГО ПЛАНИРОВЩИКА

Аннотация. Рассмотрены особенности управления потоками данных при межмодульном взаимодействии программных объектов средствами виртуализированного планировщика.

Ключевые слова: Потоки данных, межмодульное взаимодействие, виртуализированный планировщик

1. Введение

Беспроводные сенсорные сети (БСС) стали одной из высокотехнологичных областей в течение последних десяти лет [1]. Для обеспечения гарантированного качества обслуживания (QoS) необходимы приложения реального времени. Для создания гарантированной модели качества обслуживания, подходящей для БСС, необходимо создать модель

датчика узла на основе совместного использования виртуального буфера и представить двухуровневую модель планирования с помощью сетевых вычислений. На основе структуры системы необходимо разработать модель гарантированного QoS, включающую в себя оценки нижних и верхних границ длины очереди буфера, задержки и эффективной полосы пропускания, и одно- и многошаговые оценки пропускной способности и задержки. Необходимо проведение численных экспериментов для подтверждения того, что QoS гарантируется и можно осуществлять масштабирование для различных типов потоков, в том числе самоподобных потоков трафика. При этом на параметры потока должны эффективно влиять датчики и узлы системы.

QoS в предметной области характеризуется, в частности, постоянной скоростью отправки, передачей без потерь, невысокой верхней границей сквозной задержки и т.д. [1]. Гарантированное QoS играет важную роль в передаче данных для БСС. Например, верхняя граница сквозной задержки является одним из параметров гарантированного QoS, препятствующим блокировкам дистанционного управления и помогающим осуществлять эффективную балансировку нагрузки. Для реализации гарантий в БСС нужно отправить некоторые специальные тестовые пакеты [6]. Дополнительные накладные расходы затрагивают и энергоэффективность работы системы, и полосу пропускания, и размер буфера узла. Однако это приводит к усложнению БСС, что является важным для обеспечения гарантированного QoS и разработки метода оценки эффективности для БСС.

Сетевое исчисление представлено последними исследованиями, которые обеспечивают эффективный вывод детерминированных границ производительности в сети [7]. По сравнению с некоторыми способами традиционной статистической теории сетевое исчисление имеет то преимущество, что обеспечивает глубокое понимание анализа производительности. Исследования в сетевом исчислении включают в основном контроль QoS, распределение ресурсов и планирование, и задание размеров буфера / задержки в виртуальной сети с коммутацией каналов.

В последнее время границы сквозной задержки оценивались в FCFS-мультиплексировании на основе принципа наименьшей верхней задержки (LUDB) [8]. Задержка самостоятельных информационных потоков в сетях типа точка-точка с приоритетным мультиплексированием была получена в [12]. Максимальная сквозная задержка для фиксированного информационного потока в любой сети с упреждающим методом управления и случайным мультиплексированием, была рассчитана в [3]. Распределение ресурсов и управление перегрузкой были исследованы в сетях с распределенным управлением с использованием сетевого исчисления. В [11] предложены аналитические методы на основе сетевого исчисления для анализа производительности в худшем случае и определения

размеров ресурса сенсорных сетей. Проблема энергосбережения в сенсорных сетях была исследована в [4]. Производительность для наихудших ситуаций в БСС анализировалась в [13].

В [15] предложен метод анализа сквозной задержки для самоподобного трафика в максимально общей системе управления межпроцессорным обменом в условиях фрактальных составляющих, и получены оценки для детерминированной и вероятностной производительности, с ограничением на сквозную задержку для БСС и беспроводных ячеистых сетей.

Задача динамической минимизации потерь данных в межмодульном взаимодействии систем управления на основе крупномасштабных сетей с нестационарной топологией и квадратичной функции стоимости представлена в [17]. Аналитические оценки эффективности и вычислительной сложности моделей контроллеров управления перемещением данных в распределенных информационных системах получены в [18]. Механизмы идентификации состояния распределенных систем и прогнозирование доставки пакетов на основе рекурсивной Байесовской оценки детально исследованы в [16]. Численные и имитационные эксперименты по оценке эффективности и вычислительной сложности моделей контроллеров управления перемещением данных в распределенных информационных системах проведены в [19]. Программные механизмы практической оценки эффективности математического и программного обеспечения межмодульного взаимодействия для крупномасштабных информационных систем с нестационарной топологией представлены в [14].

В плане исследования – описание обобщенного сценария для БСС, создание модели узлов для обеспечения гарантированного QoS с использованием схемы на основе совместного использования виртуальной буфера. На основе понятия потоков и микропотоков планируется создание двухуровневой модели для сенсорных узлов. Разрабатывается модель гарантированного QoS, в том числе оценки верхних границ длины очереди буфера, задержки и эффективной пропускной способности, а также задержки и эффективной пропускной способности.

2. Особенности использования сетевого исчисления

Сеть исчисления появилось в результате исследований по проблемам движения транспортных потоков, и применяется для качественного или количественного анализа сетевых систем и является видом алгебраического исчисления.

Сетевое исчисление можно разделить на два типа: детерминированное и вероятностное. Первое с использованием распределения времен ожидания и обслуживания, в основном используется для получения точного значения пределов характеристик производительности сети, таких как длины и задержки очередей. Второе используется для получения стохастических или

статистических значений параметров производительности сети. Напомним основные известные результаты [7, 9].

Теорема 1 (длина очереди и задержка в очереди). Предположим, что поток проходит через узел, а узел имеет распределение времени поступления $\alpha(t)$ и распределение времени обслуживания $\beta(t)$.

Тогда длина Q очереди и задержка D в очереди потока, проходящего через узел, удовлетворяют условиям

$$Q \leq \sup_{t \geq 0} \{\alpha(t) - \beta(t)\} \quad (1)$$

$$D \leq \inf_{t \geq 0} \{d \geq 0 : \alpha(t) \leq \beta(t + d)\}. \quad (2)$$

Теорема 2 (распределение времени обслуживания в многоузловой сети). Предположим, что поток проходит через узлы 1, 2, ..., N в определенной последовательности. Предположим, что времена обслуживания в узлах даны как $\beta^{(1)}, \beta^{(2)}, \dots, \beta^{(N)}$. Пусть также даны постоянные задержки между двумя соседними узлами $d_1, d_2, \dots, d_{N-1}$ в той же определенной последовательности. Тогда распределение времени β^{m-h} в многоузловой сети удовлетворяет условию

$$\beta^{m-h} = \beta^{(1)} \otimes \beta^{(2)} \otimes \dots \otimes \beta^{(N)} \otimes \delta_{d_1 + \dots + d_{N-1}}, \quad (3)$$

где $\otimes$ является оператором мин-плюс свертки, заданным как

$$(f \otimes g)(t) = \begin{cases} \inf_{s \in [0, t]} \{f(t-s) + g(s)\}, & t \geq 0 \\ 0, & t < 0 \end{cases},$$

а δ_d называется функцией задержки выброса. Для $0 \leq t \leq d$, $\delta_d(t) = 0$, и для $t > d$, $\delta_d(t) = +\infty$.

В уравнении (3) при $n=2$ получаем выражение для функции распределения β^{m-h} двух узлов сети:

$$\beta^{m-h} = \beta^{(1)} \otimes \beta^{(2)} \otimes \dots \otimes \beta^{(N)} \otimes \delta_{d_1}.$$

Доказательство теорем и дополнительная информация о сетевом исчислении доступны в работах [7, 9].

3. Основные элементы системы

3.1. Структура системы

Опишем обобщенный сценарий работы БСС, включающей в себя синхронизируемые узлы, узлы сети и зону действия подсети (рис. 1).

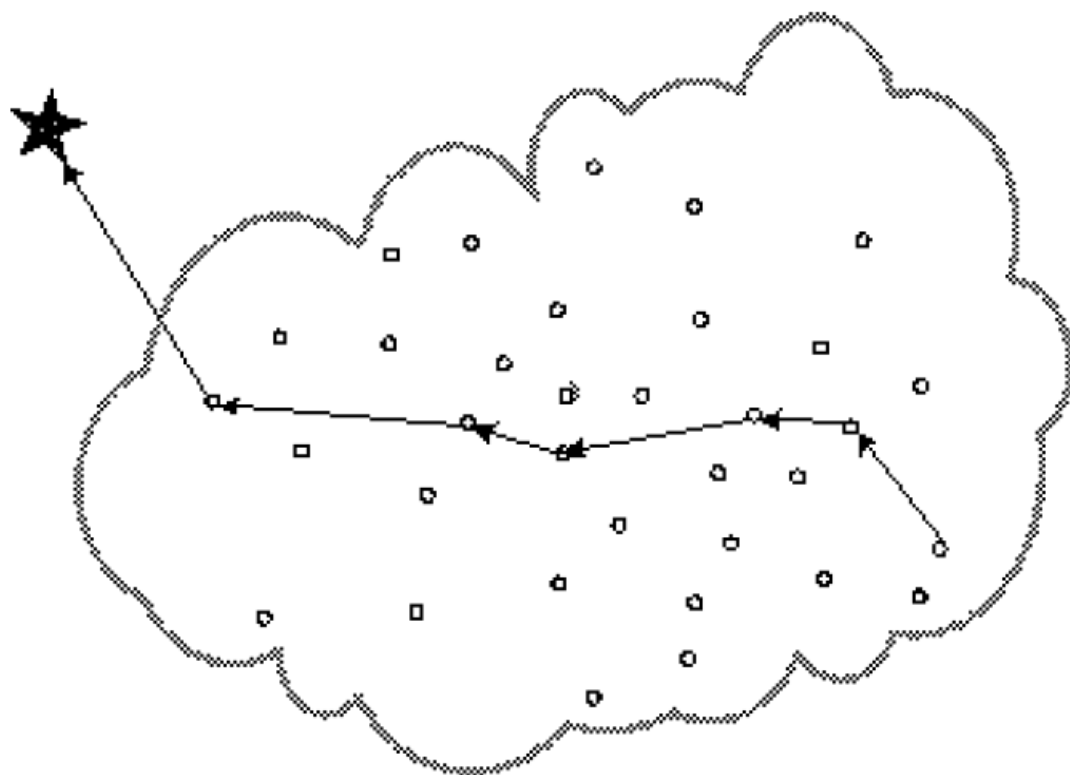


Рис. 1. Обобщенный сценарий работы БСС

Когда в определенном узле зоны действия подсети происходит событие, узел отправляет данные в один из узлов-соседей по заранее определенному маршруту, и так происходит до тех пор, пока данные не достигнут приемника (фиксированная маршрутизация).

На рис. 2 представлена структура узла, основанная на виртуальной очереди. Виртуальная очередь узла выделена каналам передачи данных между узлом и его предшествующими соседями. Данные, поступающие из соседей-предшественников, распределяются в виртуальной очереди. Планировщик узла отправляет данные в выходной канал соседними узлами в соответствии с приоритетом QoS. На рис. 2 показана структура узла j с учетом предшествующих узлов $1 \dots i$.

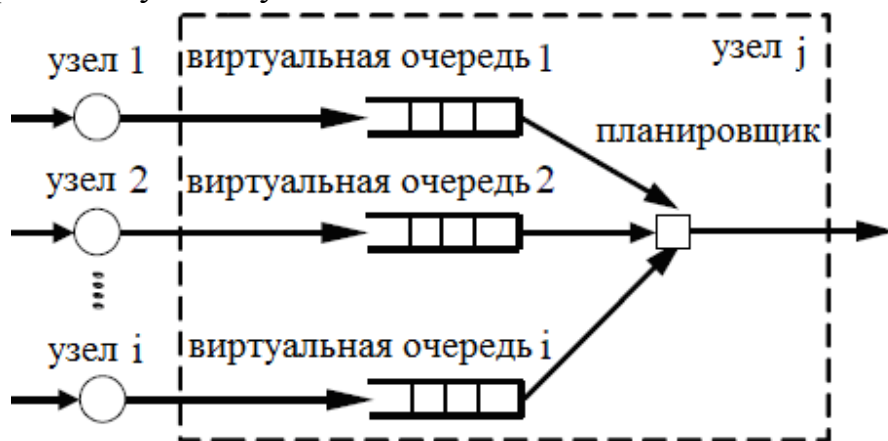


Рис. 2. Структура узла сети

Замечание 1. Структура узла, использующая понятие виртуальной очереди, имеет ряд преимуществ.

1. Структура обеспечивает минимальную гарантированную скорость обслуживания для каждого канала данных от предшествующих соседей с учетом ограничений на пропускную способность.

2. Очередь и пропускная способность узла - общие для всех предшествующих соседей и используются с учетом весов, поэтому работа БСС более эффективна с использованием статистического мультиплексирования независимых потоков.

3. Структура позволяет проще осуществлять анализ производительности, и поэтому удобнее для мобильных в БСС.

3.2. Модель входного потока

Свойственные сети динамичность и сложность, а также колебания трафика приводят к разбиению транспортных потоков БСС на пакеты. Это увеличивает среднюю задержку и приводит к неравномерности распределения ресурсов, а также существенно затрудняет анализ и предоставление гарантированного QoS. Будем различать два типа транспортных потоков: поток и микропоток. Первый содержит потоки файлов, аудиопотоки и видеопотоки, и т.д. Второй агрегирует потоки одного типа. Совокупный поток поступает очередь и планируется в узле. В статье выбрана простая модель общей емкости для исходящего потока. Модель микропотока $a(t)$ представлена выражением (4):

$$a(t) = \min_{m \in \{1, \dots, M\}} \{r^m \cdot t + b^m\}, \forall t \geq 0, \quad (4)$$

где случай $M=1$ соответствует простой модели общей емкости исходящего потока, b – параметр пакета, r - средняя скорость поступления.

Замечание 2: микропоток в интервале $[t, t + \tau]$ обозначается $A(t, t + \tau)$, и имеет следующие свойства [2].

Свойство 1 (Аддитивность):

$$A(t_1, t_3) = A(t_1, t_2) + A(t_2, t_3), \forall t_3 > t_2 > t_1 > 0.$$

Свойство 2 (Субаддитивность границ):

$$A(t, t + \tau) \leq \alpha(\tau), \forall t \geq 0, \forall \tau \geq 0.$$

Свойство 3 (Независимость): Все микропотоки являются независимыми.

3.3. Гарантированность QoS

Гарантированность QoS означает, что QoS гарантирует стабильность производительности, удобство и надежность получения ресурсов и т.д. В статье основное внимание уделено методам обеспечения гарантированности QoS в части верхних границ длины очереди, задержки, эффективной полосы пропускания для одношаговых и многошаговых соединений. Например, после того, как мониторируемое значение параметра становится больше

определенного значения, например, верхняя граница сквозной задержки в БСС, точность отслеживания и эффективность функционирования системы ухудшаются. В табл. 1 приведен ограничений для гарантированного QoS в системе мониторинга на основе древовидного кластера БСС на основе протокола IEEE 802.15.4/ZigBee в [5].

Таблица 1
Пример параметров гарантированного QoS

Микропотoki	Длина очереди	Сквозная задержка
1	$\leq 5.38 \text{ Кб}$	$\leq 7.15 \text{ мс}$
2	$\leq 3.07 \text{ Кб}$	$\leq 7.25 \text{ мс}$
3	$\leq 4.07 \text{ Кб}$	$\leq 9.07 \text{ мс}$

3.4. Двухуровневая модель планирования

Двухуровневая модель планирования узла представлена на рис. 3. Работа модели заключается в следующем. Во-первых, микропотoki, входя в узел с таким же или аналогичным QoS, управляются методом общей емкости, как в (4), и служат основой для параметра $\alpha(\tau)$ входящего потока следующей очереди, причем функции $\alpha(\tau)$, $A(t, t + \tau)$ удовлетворяют свойству 2. Во-вторых, предполагаем, что очередь работает в соответствии с алгоритмом FCFS, и микропотoki одного типа обслуживаются в специальной очереди узла. В третьих, суммарные потоки обслуживаются с использованием механизма $\beta(t)$ (см. ниже).

Из свойств 1 и 3, и рис. 3, совокупный поток $A_j(t, t + \tau)$, объединенный из микропоток $A_{jk}(t, t + \tau)$, $k = 1, 2, \dots, n$, удовлетворяет условию

$$A_j(t, t + \tau) = \sum_{k=1}^n A_{j,k}(t, t + \tau), \forall t, \quad \tau > 0 \quad (5)$$

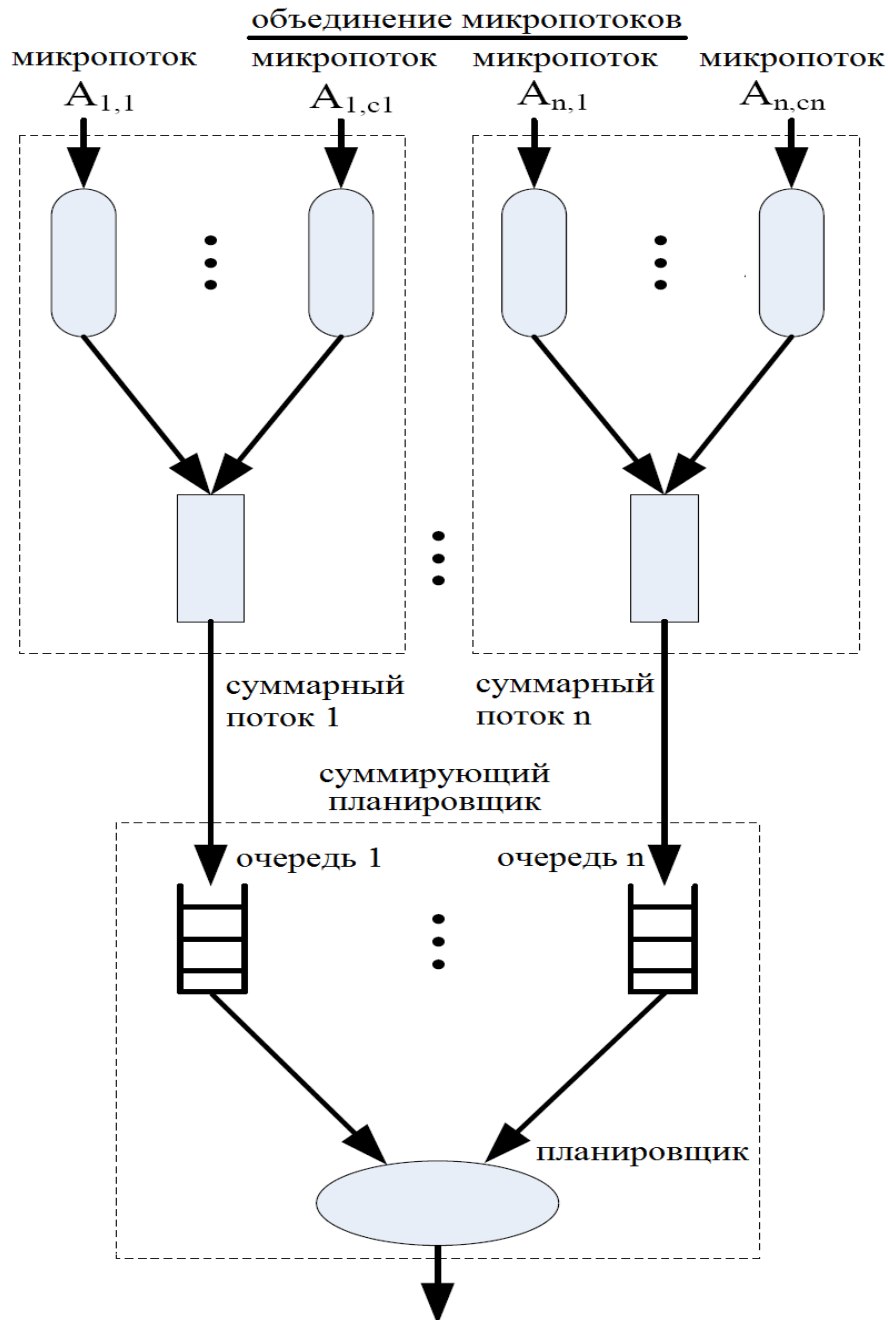


Рис. 3. Двухуровневая модель планирования

Из [10] известно, что интегральный параметр $\alpha_j(t)$ совокупных потоков с параметрами микропотоков $\alpha_{j,k}(t)$ ($k=1,2,\dots,n$) описывается выражением

$$\alpha_j(t) = \sum_{k=1}^n \alpha_{j,k}(t), \quad \forall t > 0. \quad (6)$$

Параметр $\beta_i(t)$ потока i определяется как

$$\beta_i(t) = \beta(t) - \sum_{k=1, k \neq i}^n \alpha_k(t - \Theta_k), \quad \forall t > \Theta_k \geq 0, \quad (7)$$

где $\beta(t)$ интерпретируется как параметр обслуживания узла, α_k как параметр обслуживания очереди k и n - как количество очередей в узле. В

целях упрощения вычислений без ограничения общности будем считать, что параметр обслуживания узла $\beta(t)$ есть линейная функция задержки $\beta_{R,T}(t)$:

$$\beta(t) = \beta_{R,T}(t) = R(t - T), \quad \forall t > T > 0 \quad (8)$$

где R интерпретируется как скорость обслуживания, T как задержка. Очевидно, что для $R > 0$ и $0 \leq t \leq T$, $\beta_{R,T}(t) = 0$.

Из свойства 3, уравнений (5) и (6), использования метода общей емкости, для функции обслуживания получаем

$$\alpha_i(t) = \varepsilon_i(t) = \sum_{k=1}^n (b_{i,k} + r_{i,k}t) \quad (9)$$

Из уравнений (4) и (8), при $\sum_{i=1}^n r_i < R$ параметр Θ_i оптимизирован, и

$\Theta_i = T + \sum_{k=1, k \neq i}^n b_k / R$, $i = 1, 2, \dots, n$ Подставляя Θ_i в (7), и комбинируя (6) с (9), получим

$$\beta_i(t) = (R - \sum_{k=1, k \neq i}^n \sum_{j=1}^{c_j} r_{k,j}) \cdot (t - T - \sum_{k=1, k \neq i}^n \sum_{j=1}^{c_j} \frac{b_{k,j}}{R}) \quad (10)$$

Замечание 3: из уравнения (10) стало понятно, что каждый поток, который поступает в планировщик, обслуживается с использованием некоторого параметра, причем на этот параметр влияет не только общее состояние планировщика узла, но и состояние входящего потока.

Библиографический список

1. Akyildiz I.F., Melodia T., Chowdhury K.R. A survey on wireless multimedia sensor networks// Computer Networks, 2007, vol. 51, no. 4, p. 921–960.
2. Boorstyn R., Burchard A., Liebeherr J., Oottama-korn C. Statistical service assurances for traffic scheduling algorithms// IEEE Journal on Selected Areas in Communications, 2002, vol. 18, no. 12, pp. 2651–2662.
3. Bouillard A., Jouhet L., Thierry E. Tight Performance Bounds in the Worst-Case Analysis of Feed-Forward Networks// Proc. of the 29th IEEE Int. Conf. on Computer Communications (INFOCOM), March 2010, San Diego, CA, USA, p. 1316–1324.
4. Cao Y., Xue Y., Cui Y. Network-calculus-based analysis of power management in video sensor networks// Proc. of the IEEE Global Communications Conference, Exhibition and Industry Forum (GLOBECOM), November 2007, Washington, DC, USA.
5. Jurcik P., Severino R., Koubaa A., Alves M., Tovar E. Dimensioning and worst-case analysis of cluster-tree sensor networks// ACM Transactions on Sensor Networks, 2010, vol. 7, no. 2, pp. 14.
6. Kumar R., Wolenetz M., Agarwalla B., Shin J., Hutto P., Paul A., Ramachandran U. DFuse: A framework for distributed data fusion// Proc. of 1st ACM Conference on Embedded Networked Sensor Systems (SenSys), Los Angeles, CA, USA, November 2003, p. 114–125.
7. Le Boudec J.Y., Thiran P. Network calculus. Springer Verlag, 2004.
8. Lenzini L., Mingozzi E., Stea G. End-to-end Delay Bounds in FIFO-multiplexing Tandems// Proc. of the 2nd Int. Conf. on Performance Evaluation Methodologies and Tools (VALUETOOLS), October 2007, Nantes, France.

9. Markus F. A survey of deterministic and stochastic service curve models in the network calculus// IEEE Communications surveys & tutorials, 2010, vol. 12, no. 1, p. 59–86.
10. Markus F., Volker S. A parameter based admission control for differentiated services networks// Computer Network, 2004s, vol. 44, no. 4, pp. 463–47.
11. Schmitt J.B., Roedig U. Worst case dimensioning of wireless sensor networks under uncertain topologies// Proc. of the 1st workshop on Resource Allocation in Wire-less Networks (RAWNET), April 2005, Washington, DC, USA.
12. Schmitt J.B., Zdarsky F.A., Fidler M. Delay Bounds under Arbitrary Multiplexing: When Network Calculus Leaves You in the Lurch// Proc. of 27th IEEE Int. Conf. on Computer Communications (INFOCOM) April 2008, Phoenix, AZ, USA.
13. She H., Lu Z., Jantsch A., Zheng L.-R., Zhou D. Deterministic worst-case performance analysis for wireless sensor networks// Proc. of Int. Wireless Communications and Mobile Computing Conf. (IWCMC), Crete Island, Greece, August 2008, p. 1081–1086.
14. Tchudinova K.V., Kravets O.Ja. Program mechanisms of efficiency mathematical and the software research of intermodular interaction management for large-scale information systems with nonstationary topology// Modern informatization problems in economics and safety: Proceedings of the XX-th International Open Science Conference (Yelm, WA, USA, January 2015)/ Editor in Chief Dr. Sci., Prof. O.Ja. Kravets. - Yelm, WA, USA: Science Book Publishing House, 2015. – P. 43-48.
15. Zhang L., Chen Z., Deng X., Huang G., Yao L. A scalable framework for QoS guarantees// Proc. of First Int. Conf. on Communications and Networking in China (ChinaCom), October 2006, Beijing, China.
16. Ачкасов А.В., Кравец О.Я., Чудинова К.В. Механизмы идентификации состояния распределенных систем и прогнозирование доставки пакетов на основе рекурсивной Байесовской оценки// Системы управления и информационные технологии, №2.1(56), 2014. – С. 106-110.
17. Кравец О.Я., Чудинова К.В. К задаче динамической минимизации потерь данных в межмодульном взаимодействии систем управления на основе крупномасштабных сетей с нестационарной топологией и квадратичной функции стоимости// Экономика и менеджмент систем управления, №2(12), 2014.
18. Чудинова К.В., Кравец О.Я. Аналитические оценки эффективности и вычислительной сложности моделей контроллеров управления перемещением данных в распределенных информационных системах// Экономика и менеджмент систем управления, №1.1 (15), 2015.
19. Чудинова К.В., Кравец О.Я. Численные и имитационные эксперименты по оценке эффективности и вычислительной сложности моделей контроллеров управления перемещением данных в распределенных информационных системах// Информационные технологии моделирования и управления, №1(91), 2015. – С. 56-61.

~ K.V. Tchudinova

~ **Data flow control in case of intermodular interaction of software objects with the virtualized scheduler**

~ **Abstract.** Data flow control in case of intermodular interaction of software objects with the virtualized scheduler discussed in this article.

~ **Keywords:** Data flow, intermodular interaction, virtualized scheduler

СОДЕРЖАНИЕ

Акинина Ю.С., Мальцев А.Ю. Разработка исследовательского комплекса минимизации полинома Жегалкина частично определенных булевых функций.....	9
Антамошкин О.А. Мультиагентная система автоматизации мониторинга, прогнозирования и управления в чрезвычайных ситуациях.....	18
Астахова Н.Н., Демидова Л.А. Апробация метода прогнозирования группы показателей с применением алгоритма четких с-средних и моделей прогнозирования на основе строго бинарных деревьев и модифицированного алгоритма клонального отбора.....	29
Ачкасов А.В., Кравец О.Я. Оценка запросов в семантике «к лучших всюду».....	34
Бабенко Е.Р., Абраменко О.С., Седова Н.А. Реализация в Matlab элементов теории нечётких множеств.....	52
Болнокин В.Е., Зыонг Минь Хай, Сторожев В.И. Гидроакустическое экранирование слоем из анизотропного функционально градиентного материала с экспоненциально-степенной толщинной неоднородностью.....	56
Гусейнов Г.М. Проблемы информационной безопасности в современном мире.....	65
Егоров А.А., Седова Н.А., Седов В.А. Определение степени опасности столкновения судов нейро-нечёткими сетями по методу решетки.....	69
Зайцева Ю.В. Проектирование почтовых систем предприятий.....	73
Затонский А.В., Варламова С.А. Перспективный алгоритм распознавания параметров пены в химико-технологических процессах.....	78
Зимин В.В. Механизмы оптимального управления изменениями ИТ-сервисов.....	84
Зими́на Е.Ю., Савченко А.В. Классификация изображений на основе базы знаний SQL-типа.....	94
Конев В.А. Реализация алгоритма отбора значимых характеристик при анализе гетерогенных данных большой размерности с использованием теории нечетких множеств.....	99
Кравец О.Я., Сукачев А.И. Разработка алгоритма синхронного прерывания в адаптивной модели поведения распределенных информационных систем.....	104
Некрасов Д.И., Кремер О.Б. Разработка сайта для информационной поддержки проектирования и монтажа компьютерных сетей.....	107
Вдовиченко Д.С., Кремер О.Б. Создание автоматизированной информационно-поисковой системы основных элементов ИТ-инфраструктуры предприятия.....	114
Савков Е.Ю., Кремер О.Б. Автоматизированная информационно-поисковая система стандартов разработки корпоративной информационной системы.....	122
Крикливец Д.А. Нанотехнологии в пищевой промышленности.....	131
Лыков М.Е. Безопасность систем электронной почты.....	136
Меньших В.В., Толстых О.В. Моделирование взаимоотношений между элементами объекта информатизации в процессе защиты от угроз информационной безопасности.....	142
Михин П.О. Анализ рисков процесса проектирования приводов космических аппаратов с применением тензорного метода.....	148
Олейников Д.П., Бутенко Л.Н. Графическое представление эвристических паттернов в критериях принятия решений теории игр с природой*.....	157
Ромашенко Д.А., Олейникова С.А. Об одном подходе к оптимизации процесса грузоперевозок.....	170
Олейникова С.А. Структура программного комплекса для реализации одной системы имитационного моделирования.....	177

Онтужева Г.А. Методы оптимизации распределения ресурсов территориально распределенной многоуровневой вычислительной сети.....	185
Панарин М.А., Кравец О.Я. Интернет-ориентированная система управления обслуживанием технических обращений пользователей.....	190
Панкратов И.А. Об одном подходе к решению уравнений ориентации околокруговой орбиты космического аппарата	197
Панкратов И.А. Об одном методе решения задач оптимального управления	204
Петрухнова Г.В., Ашихмин К.В. Удаленное управление мобильными устройствами.....	212
Петрухнова Г.В., Кол М.Д., Саурин С. Ю. Стохастическое тестирование программ.....	222
Подвальный С.Л., Барабанов В.Ф., Ачкасов А.В. Разработка концепции проблемно-ориентированного программного обеспечения компонент системы бесшовной интеграции данных	226
Прудников Э.Е., Барабанов А.В., Гребенникова Н.И. Разработка модуля администрирования для информационной базы 1С:Предприятие 8.....	238
Рыков С.А., Филатов А.А. Построение xml-парсера номенклатурных единиц для реализации автоматизированной загрузки товаров в интернет-магазин.....	243
Рязанцев В.В., Кравец О.Я. Компоненты контроля внешней среды в распределенной системе мониторинга.....	248
Самсонов В.С. Обзор методов и рынка программного обеспечения для представления и анализа данных	257
Сафронов В.В., Барабанов В.Ф., Нужный А.М., Подвальный С.Л. Практические особенности реализации концепции бесшовной интеграции в больших информационных системах.....	263
Седова Н.А., Седов В.А. Использование теории нечётких множеств для оценки опасности столкновения судов по их взаимному расположению.....	273
Смирнова М.С. Внедрение технологии виртуальных машин в сети университета	279
Советкина Н.С. Проектирование корпоративных сетей высших учебных заведений.....	283
Стримжа М.М., Мазур М.В., Седова Н.А. Реализация в Mathcad элементов теории нечётких множеств	288
Терехов Н.С., Кремер О.Б. Автоматизированная информационная система свободно распространяемого программного обеспечения учебного назначения.....	296
Фролова Е.А. Внедрение терминальных решений в сети университета	304
Хамед Р.Р., Ганцева Е.А., Каладзе В.А., Корвяков А.Г. Автоматизированная система адаптивного управления ветрогенератором в условиях информационной неопределённости	309
Хрисанов Н.Н. Быстродействующий многоканальный аналого-цифровой преобразователь с оптимальной процедурой подбора кода.....	320
Чередниченко В.Ф. Исследование характеристик диэлектрической антенны вытекающей волны и оптимизация ее излучающего раскрыва.....	330
Четвериков С.Ф., Осинин В.Ф. Разработка информационно-измерительной системы контроля распределения среднего числа выбросов огибающей атмосферного радишума.....	341
Чудинова К.В. Управление потоками данных при межмодульном взаимодействии программных объектов средствами виртуализированного планировщика	346

Научна публикация

Електронно издание

Изпълнителният секретар Т. М. Хусяинов.

Отговорни редактор О.Я. Кравец, редактор-съставител.

Публикувано в авторската версия.

Издател:

"ЦЕНТЪР ЗА НАУЧНИ ИЗСЛЕДВАНИЯ И ИНФОРМАЦИЯ "ПАРАДИГМА"" ЕООД
БЪЛГАРИЯ, област Варна, община Варна, гр. Варна 9002, р-н Одесос, ул. Опълченска No 27
E-mail: cparadigma@abv.bg Факс: +35952919740

