

На правах рукописи

БЕЛОВ Дмитрий Алексеевич

**РАЗРАБОТКА ИНСТРУМЕНТАРИЕВ ПРОЕКТИРОВАНИЯ  
АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ ДИСТАНЦИОННОГО  
МОНИТОРИНГА И УПРАВЛЕНИЯ**

Специальность 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации (технические науки).

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

Нижний Новгород

2010 г.

Работа выполнена на кафедре "Компьютерные технологии в проектировании и производстве" Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева.

Научный руководитель: доктор технических наук, доцент  
**Хранилов Валерий Павлович**

Официальные оппоненты: доктор технических наук, профессор  
**Милов Владимир Ростиславович**

кандидат технических наук, доцент  
**Басалин Павел Дмитриевич**

Ведущая организация: **ФГУП НИИПИ «Кварц»**

Защита диссертации состоится " 23 " декабря 2010 г. в 15<sup>00</sup> часов,  
в аудитории № 1258 на заседании диссертационного совета Д212.165.05 при  
Нижегородском государственном техническом университете им. Р.Е. Алексеева по  
адресу: 603950 г. Н. Новгород, ул. Минина, д. 24, корпус 1.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Нижегородского  
государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева.

Отзывы в двух экземплярах, заверенные печатью организации просим направлять  
по адресу: 603600, г. Нижний Новгород, ул. Минина, 24, Ученый совет НГТУ им. Р.Е.  
Алексеева.

Автореферат разослан " \_\_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 2010 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета Д 212.165.05  
кандидат технических наук, доцент

А.С. Суркова

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы.** Развитие беспроводных технологий доступа в Интернет посредством сетей 3G, WiFi, WiMAX и т.п., увеличение пропускной способности и территориального покрытия этими сетями, создают предпосылки для разработки автоматизированных систем (АС), дающих возможность интерактивного управления производственными, сервисными и бизнес-процессами вне зависимости от места нахождения лица принимающего решения. Кроме того, бурное развитие мобильных устройств (коммуникаторов, смартфонов, ноутбуков и т.п.), расширение их функциональных возможностей, компактность, продолжительное время автономной работы, а также коммуникационные интерфейсы устройств данного класса предоставляют огромное количество вариантов реализации аппаратной части мобильного автоматизированного рабочего места. На сегодняшний день существуют разработки в области управления мобильными рабочими местами с целью проверки соответствия их программного обеспечения определённым условиям (например, корпоративному стандарту), обеспечения защищённости канала, по которому клиент соединяется с сервером предприятия, но это не обеспечивает полного цикла управления предприятием, и этого недостаточно даже для мониторинга производственных процессов.

В свою очередь, развитие мультимедийных технологий представления данных (презентация, анимация и т.п.) и увеличение производительности персональных компьютеров позволяет более наглядно и удобно для человека представить нужную информацию. Таким образом, появление в распоряжении создателей АС качественно новых инструментальных средств (беспроводных сетей, мобильных устройств и мультимедийных технологий) ставит комплекс задач, связанных с развитием методологии построения АС, которые ориентированы на использование мультимедийных технологий и сетей мобильных операторов. Уровень развития современных концепций и инструментариев проектирования АС убедительно показывает **актуальность** их модернизации с учетом новых условий, которые возникли из-за специфики научно-технического прогресса.

В свете вышеизложенного, данная работа посвящена **проблеме** развития инструментариев построения АС, в частности систем дистанционного мониторинга и управления (СДМУ), с учетом специфики реализации и поддержки СДМУ на базе систем подвижной связи.

**Целью работы** является усовершенствование и повышение эффективности процесса проектирования программного обеспечения (ПО) СДМУ и, как следствие, уменьшение ошибок взаимодействия модулей ПО, а также повышение скорости доставки лицу, принимающему решения, наглядной и оперативной информации о состоянии объекта управления для принятия интерактивного решения.

Для достижения поставленной цели решались **задачи**:

- анализа существующих методов разработки ПО СДМУ;
- моделирования СДМУ при помощи сети мультимедийных фреймов;
- описания сценариев работы СДМУ при помощи правил продукций;
- получения ПО СДМУ посредством шаблонов проектирования.

**Объектом исследования** является математическое, информационное и программное обеспечения СДМУ и инструментарии их построения.

**Предмет исследования:** методы, модели и алгоритмы построения инструментариев для автоматизированного проектирования ПО СДМУ.

**Методы исследования.**

При решении поставленных задач использовались: теория сетей фреймов, теория нейронных сетей, методы продукционного моделирования, концепции баз данных и баз знаний, методы структурного и объектно-ориентированного программирования.

**Научная новизна работы.**

- предложено расширение теории фреймов М.Минского в части введения в состав фрейма мультимедийных компонентов и понятия мультимедийного фрейма;
- предложен метод описания архитектуры СДМУ при помощи сети мультимедийных фреймов и правил продукций отличающийся от известных возможностью программной реализации при помощи шаблонов проектирования;
- разработана новая технология построения СДМУ, основанная на реализации сети мультимедийных фреймов и правил продукций при помощи шаблонов проектирования, отличающаяся наглядностью и оперативным отображением состояний объектов, подлежащих дистанционному мониторингу.

**Практическая значимость работы** состоит в разработке инструментального комплекса создания и поддержки СДМУ, который апробирован при построении СДМУ состоянием сети базовых станций оператора мобильной связи и СДМУ движением подвижного состава.

### **Положения, выносимые на защиту:**

1. Расширение классификации фреймов, за счёт введения в структуру фрейма мультимедийных компонентов.
2. Метод описания архитектуры СДМУ при помощи сети мультимедийных фреймов.
3. Способ создания программного обеспечения для систем дистанционного мониторинга и управления (СДМУ) при помощи сети мультимедийных фреймов, правил продукций и множества шаблонов проектирования.
4. Разработанные инструментарии проектирования, апробированные при решении задач построения СДМУ состоянием сети базовых станций оператора мобильной связи и СДМУ движением подвижного состава.

### **Апробация результатов работы.**

Основные положения и результаты диссертационной работы докладывались и обсуждались:

- на IX и X Международных научно-практических конференциях "Фундаментальные и прикладные проблемы приборостроения, информатики и экономики", 2006, 2007 г.г., Сочи;
- на Всероссийской научно-технической конференции "Информационные технологии в науке, образовании и производстве", 2007 г., Казань;
- на VI и VII Международных молодежных научно-технических конференциях "Будущее технической науки", 2007, 2008 г.г., Н.Новгород;
- на XIII - XVI Международных научно-технических конференциях "Информационные системы и технологии" (ИСТ 2007-2010), 2007-2010 г.г., Н.Новгород;
- на Восьмом международном симпозиуме "Интеллектуальные системы" (INTELS'2008), 2008 г., Н.Новгород;
- на XIII Международной открытой научной конференции "Современные проблемы информатизации в экономике и обеспечении безопасности", 2008 г., Воронеж;
- на конференции "Технологии Microsoft в теории и практике программирования", 2009 г., Н.Новгород.

**Публикации.** Основное содержание диссертации опубликовано в 18 печатных работах. Из них 2 статьи в изданиях, которые ВАК рекомендует для публикации результатов диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук.

**Структура и объём работы.** Диссертация состоит из четырёх глав, заключения и списка использованной литературы. Список литературы включает 84 наименований. Объём работы без учета приложений составляет 110 страниц машинописного текста.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

**Во введении** раскрыта актуальность темы исследования, определены объект, предмет и новизна диссертационной работы.

**В первой главе** анализируются тенденции развития различных автоматизированных систем, проводится обзор современных инструментариев построения программного обеспечения СДМУ.

Достаточной основой для развития методов и средств информационных технологий для автоматизации проектирования программного обеспечения СДМУ можно считать работы: И.П. Норенкова, В.Б. Маничева, Б.Я. Советова, Г.Р. Громова, Р.И. Сольничева, Б.С. Воинова, М. Минского, Т. Тиори, Дж. Фрая, Э. Спиорпи, Т. Конноли, Г. Буча, Д.А. Поспелова, Д.И. Батищева, П.Д. Басалина и других.

Анализ требований предъявляемых к современным АС позволяет выявить следующие основные показатели их качества:  $\lambda_1$ –гетерогенность,  $\lambda_2$ –многосвязность,  $\lambda_3$ –сложность,  $\lambda_4$ –интерактивность,  $\lambda_5$ –изменяемость,  $\lambda_6$ –время построения,  $\lambda_7$ –трудоемкость,  $\lambda_8$ –стоимость. Их значения определяются непосредственно измерением или при помощи метода экспертных оценок. Показатель совокупного качества  $\Lambda = \{\lambda_1; \lambda_2; \lambda_3; \lambda_4; \lambda_5; \lambda_6; \lambda_7; \lambda_8\}$  может быть получен методом аддитивной свертки соответствующих частных показателей (формула 1).

$$\Lambda = \sum_{i=1}^8 v_i \lambda_i, \quad (1)$$

где  $v_i$  – весовой коэффициент;  $\lambda_i$  – нормированное значение соответствующего частного показателя  $\lambda_i$ .

Для получения результатов анализа изменения качественных требований к АС выделяются четыре класса систем: операционные системы, офисные приложения, системы автоматизированного проектирования (САПР) и СДМУ. Версии АС каждого класса фиксируются во времени на 2000, 2003, 2006, 2009гг. Определяются значения показателей качества, присваиваемые экспертами различным версиям АС выбранных

классов. Для получения показателя совокупного качества  $\Lambda$ , используется метод аддитивной свёртки частных показателей качества. Результат обработки полученных данных средствами табличного процессора MS Excel представлен на рис.1.

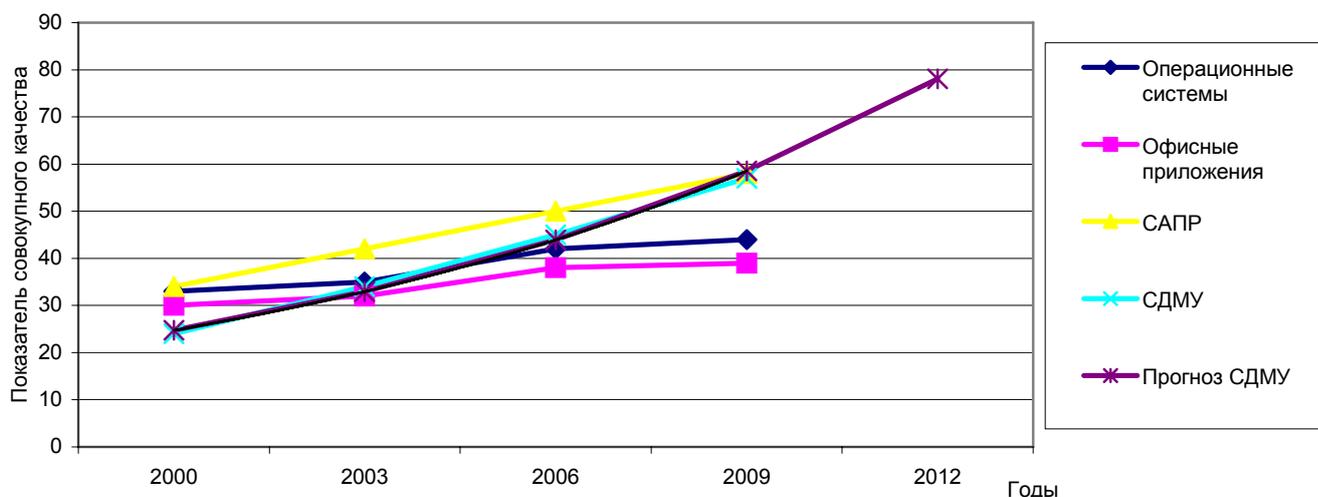


Рисунок 1 – Анализ показателей качества АС

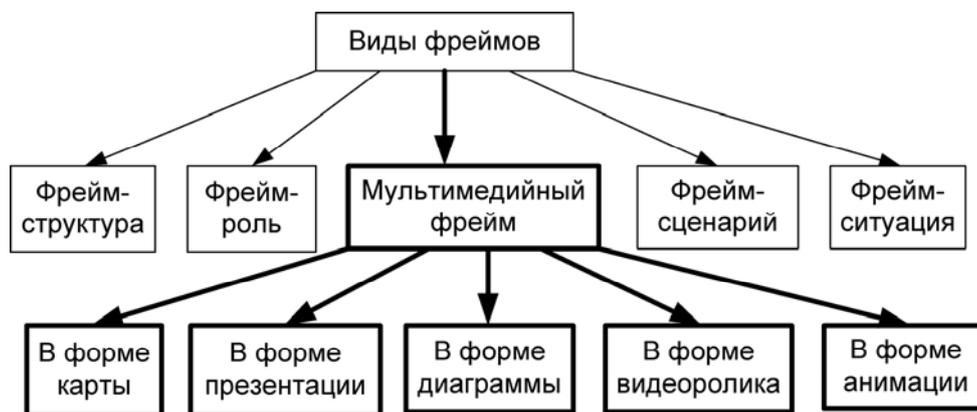
Тренд развития показателя совокупного качества АС класса СДМУ, определенный на найденных точках, позволяет экстраполировать прогноз изменения  $\Lambda$  до 2012 г. Анализ результатов позволяет выявить значительный рост качественных требований к АС класса СДМУ, что обуславливает непригодность применения традиционных инструментальных средств для их разработки и вызывает необходимость поиска новых более совершенных. Таким образом, рост требований к качеству АС создает потребность в совершенствовании имеющихся и создании новых средств для их разработки. Для СДМУ таковыми являются средства сценарно-ситуационных описаний, шаблоны проектирования и аппарат мультимедийных фреймов. Применяемые при этом инструментальные средства, построенные на основе технологии шаблонов проектирования и мультимедийных фреймов, ориентированные на автоматизацию процесса проектирования АС, способны предоставить возможности для улучшения качественных показателей. Следовательно, создание подобных инструментариев для автоматизации построения программного обеспечения СДМУ является актуальной задачей и требует дальнейшей детальной проработки.

**Во второй главе** вводится понятие мультимедийного фрейма, описываются методы, модели и алгоритмы построения СДМУ. Для решения задачи классификации состояний объекта управления, предложено использовать нейронную сеть, реализованную в виде процедуры, включенной в состав мультимедийного фрейма.

Изменение требований к проектируемым АС потребовало пересмотра теоретических основ их построения. Аппарат фреймов, предложенный в 70-е годы, в своих реализациях ориентировался на алфавитно-цифровые дисплеи и хорошо зарекомендовал себя для представления знаний. Его достоинства: машинная ориентация; “генетическая” связь со сценарной моделью представления работы АС; простота и наглядность; возможность интеграции с другими моделями представления процессов (например, фреймово-продукционная модель процессов в САПР).

Можно определить мультимедийный фрейм, как фрейм, частью структуры которого является мультимедийный образ или описание образа, его структуры и проч.

Введение мультимедийного компонента в структуру фрейма расширяет (рис. 2) существующую классификацию видов фреймов, предложенную советскими учеными конца XX века.

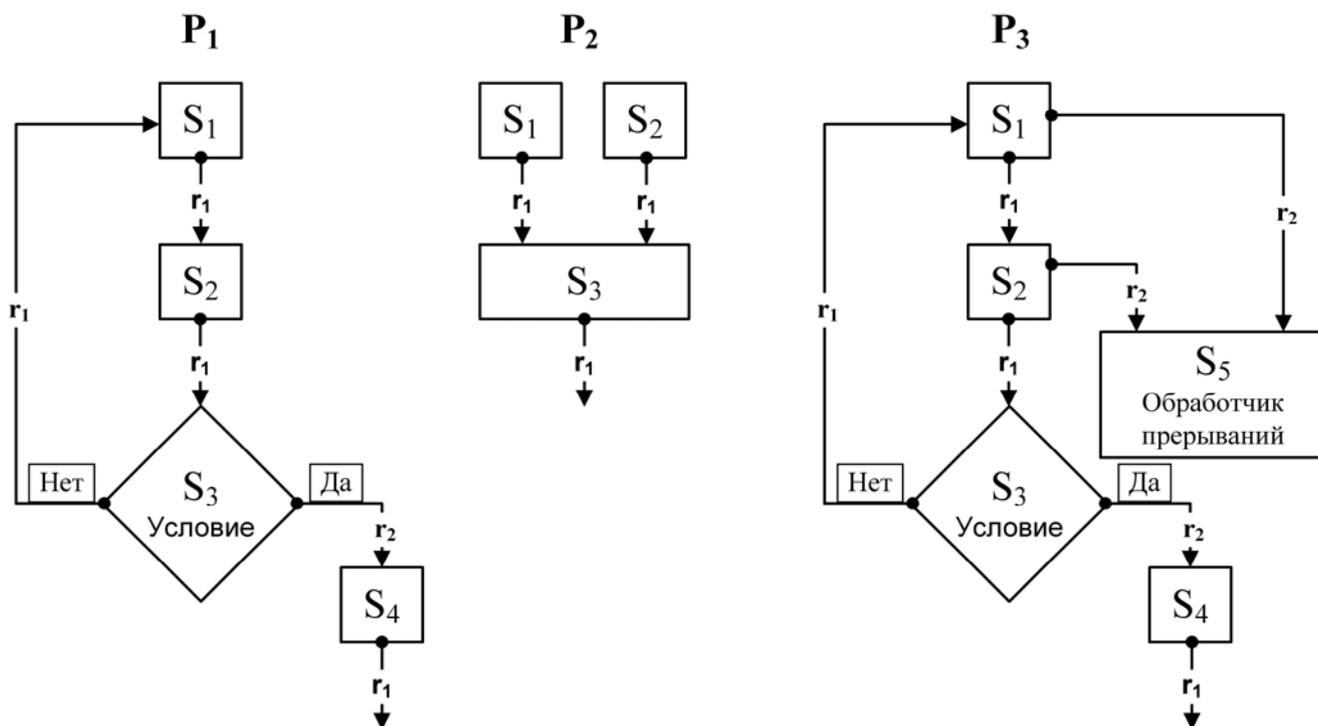


**Рисунок 2 – Расширенная классификация видов фреймов**

Основные этапы построения СДМУ при помощи аппарата мультимедийных фреймов, правил продукций и системы шаблонов заключаются в следующем:

1. Проводится анализ предметной области.
2. На основе базовой сети мультимедийных фреймов, описывающей архитектуру СДМУ и хранящейся в базе знаний инструментария построения СДМУ, проектируется архитектура СДМУ для данной предметной области.
3. Для выбранной архитектуры определяется набор типовых сценариев.
4. Определяется набор шаблонов проектирования (программных заготовок – инструментальных средств построения программного обеспечения перспективных систем), для реализации типовых сценариев в программный код.
5. Осуществляется компиляция в программный проект и проверяется его работоспособность.

Типовые сценарии, моделирующие процессы в предметной области, могут быть различных видов, основные из них приведены на рисунке 3 и описаны при помощи правил продукций (формулы 2-4).



**Рисунок 3 – Основные виды типовых сценариев: P<sub>1</sub> - ветвящийся, P<sub>2</sub> - концентратор и P<sub>3</sub> - с обработкой нештатных событий**

$$P_1 = \{ \text{IF } S_1 \text{ AND } r_1 \text{ THEN } S_2, \\ \text{IF } S_2 \text{ AND } r_1 \text{ THEN } S_3, \\ \text{IF } S_3 \text{ AND } r_1 \text{ THEN } S_1, \text{ IF } S_3 \text{ AND } r_2 \text{ THEN } S_4 \} \quad (2)$$

$$P_2 = \{ \text{IF } S_1 \text{ AND } r_1 \text{ AND } S_2 \text{ AND } r_1 \text{ THEN } S_3 \} \quad (3)$$

$$P_3 = \{ \text{IF } S_1 \text{ AND } r_1 \text{ THEN } S_2, \text{ IF } S_1 \text{ AND } r_2 \text{ THEN } S_5, \\ \text{IF } S_2 \text{ AND } r_1 \text{ THEN } S_3, \text{ IF } S_2 \text{ AND } r_2 \text{ THEN } S_5, \\ \text{IF } S_3 \text{ AND } r_1 \text{ THEN } S_1, \text{ IF } S_3 \text{ AND } r_2 \text{ THEN } S_4, \} \quad (4)$$

Продукционная модель является основой для генерации ПО СДМУ посредством шаблонов проектирования.

Шаблон проектирования можно определить, как структуру из программных кодов, которая поддерживает решение типовой задачи на базе технологии (например, VisualBasic.NET). Шаблон проектирования является заготовкой фрагмента исходного кода программного обеспечения. Использование заготовки складывается из:

- согласования имен объектов при реализации процедур программируемого сценария;
- ручного формирования процедур преобразования данных;
- написания операторов поддержки диалогового ветвления.

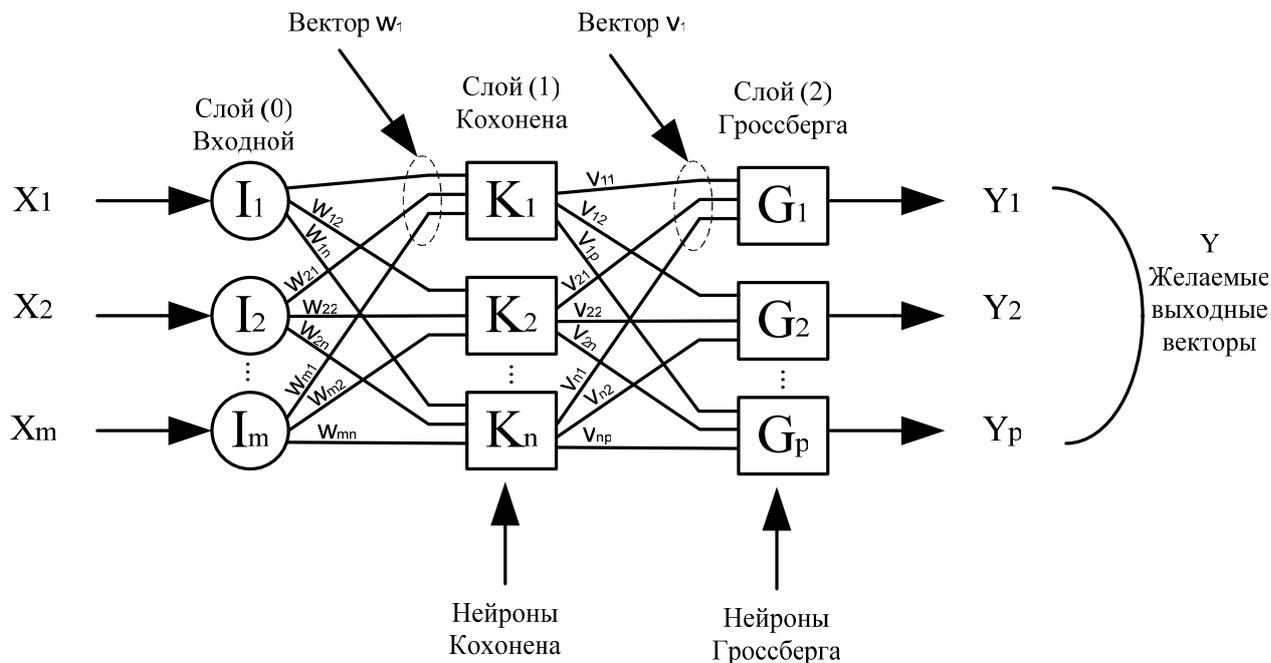
Таким образом, шаблон проектирования:

- является скелетом построения процедур, из которого складывается сценарий работы системы;
- сокращает время написания текста программы;
- позволяет повторно использовать исходный код программного обеспечения для повторяющихся процедур в различных областях применения СДМУ;
- является элементом конструктора, который при использовании единой технологии программирования различных проектов делает текст программы хорошо читаемым.

Система шаблонов ориентирована на проектирование СДМУ в различных предметных областях, поэтому определить состав инструментариев «на все случаи жизни» не представляется возможным. Вследствие этого, определим множество шаблонов, как инструмент построения АС, обладающий свойством ориентации на постоянную модификацию и расширение. Это первое свойство множества шаблонов. Вторым свойством является гетерогенный состав его элементов. Элементы множества шаблонов выполняют решение некоторой типовой задачи в конкретной предметной области, поэтому и являются весьма неоднородными по составу.

Одной из базовых задач, решаемых СДМУ, является задача классификации образов (образ – это входной вектор  $\{X_1, X_2, \dots, X_m\}$ , характеризующий текущее состояние объекта управления). На основе известных архитектур нейронных сетей, для решения этой задачи, выбрана нейронная сеть встречного распространения, состоящая из слоя Кохонена и Гроссберга с предварительной нормализацией входных данных. На рисунке 4 иллюстрируются функциональные свойства этой нейронной сети.

Встречное распространение функционирует в двух режимах: в режиме обучения, при котором на вход подаются вектора обучающей выборки и веса корректируются, и в режиме классификации, при котором для поданного входного вектора  $X$  на выходе определяется класс  $Y$ , к которому он принадлежит. Каждый нейрон слоя 0 соединен с каждым нейроном слоя 1 (слой Кохонена) отдельным весом  $W_{mn}$  и служит лишь точкой разветвления, не выполняя вычислений. Эти веса в целом рассматриваются как матрица весов  $W$ . Аналогично, каждый нейрон в слое Кохонена соединен с каждым нейроном в слое Гроссберга весом  $V_{np}$ . Эти веса образуют матрицу весов  $V$ . Отличие рассматриваемой нейронной сети состоит в операциях, выполняемых нейронами Кохонена и Гроссберга.



**Рисунок 4 – Сеть встречного распространения**

Ассоциированное с каждым нейроном Кохонена множество весов соединяет его с каждым входом. На рис. 4 нейрон Кохонена  $K_1$  имеет веса  $W_{11}, W_{21}, \dots, W_{m1}$ , составляющие весовой вектор  $W_1$ . Выход NET каждого нейрона Кохонена является просто суммой взвешенных входов. Это может быть выражено следующим образом:

$$NET_j = w_{1j} \cdot x_1 + w_{2j} \cdot x_2 + w_{mj} \cdot x_m, \quad (5)$$

где  $NET_j$  – это выход NET нейрона Кохонена  $j$ .

$$NET_j = \sum_{i=1}^m w_{ij} \cdot x_i, \quad (6)$$

или в векторной записи:

$$N = XW, \quad (7)$$

где  $N$  – вектор выходов NET слоя Кохонена.

Нейрон Кохонена с максимальным значением NET является «победителем». Его выход равен единице, у остальных он равен нулю.

Выход NET слоя Гроссберга является взвешенной суммой выходов  $K_1, K_2, \dots, K_n$  слоя Кохонена, образующих вектор  $K$ . Вектор соединяющих весов, обозначенный через  $V$ , состоит из весов  $V_{11}, V_{21}, \dots, V_{np}$ . Тогда выход NET каждого нейрона Гроссберга есть:

$$NET_j = \sum_{i=1}^n w_{ij} \cdot K_i, \quad (8)$$

где  $NET_j$  – выход  $j$ -го нейрона Гроссберга, или в векторной форме:

$$Y = KV, \quad (9)$$

где  $Y$  – выходной вектор слоя Гроссберга,  $K$  – выходной вектор слоя Кохонена,  $V$  – матрица весов слоя Гроссберга.

В режиме обучения, слой Кохонена классифицирует входные векторы в группы схожих. Это достигается с помощью такой подстройки весов слоя Кохонена, при которой близкие входные векторы активируют один и тот же нейрон данного слоя. Задачей слоя Гроссберга является получение требуемых выходов.

В результате становится возможной классификация состояний наблюдаемой системы по вектору  $X$ , значение которого будет соответствовать определенному состоянию  $Y$ .

Описанный процесс нейрообработки данных, составляющий основу принципа действия одной из важнейших подсистем СДМУ, реализуется при помощи предложенных методов построения АС на базе использования сети мультимедийных фреймов. Он включается в состав специализированных шаблонов, и в структуре мультимедийного фрейма будет являться процедурой.

Более сложной процедурой, требующей реализации в виде отдельного блока и включения в сеть мультимедийных фреймов, будет использование элементов геоинформационной системы в подсистеме «Картографический инструментарий». Основу применяемых шаблонов и мультимедийных фреймов составляет картографический пакет – MapInfo. Применение таких шаблонов и примеры построения сети мультимедийных фреймов приведены в 3 и 4 главах.

**В третьей главе** описаны этапы жизненного цикла автоматизированной информационной системы и на практическом примере рассмотрена поддержка жизненного цикла СДМУ при помощи сети мультимедийных фреймов и шаблонов проектирования.

Жизненный цикл автоматизированной информационной системы – это непрерывный процесс, который начинается с момента принятия решения о необходимости создания информационной системы и заканчивается в момент ее полного изъятия из эксплуатации.

Инструментарии, в состав которых входят наиболее часто используемые шаблоны проектирования (Таблица 1) и сеть мультимедийных фреймов, лежат в основе проектирования и поддержки СДМУ на протяжении всего их жизненного цикла. Приведенные в таблице 1 шаблоны проектирования используются при создании программного обеспечения СДМУ.

Типовые шаблоны проектирования

Типовые задачи	К какому виду фреймов относится	Шаблон проектирования
Выбор элемента из множества альтернатив	Фрейм-структура, мультимедийный фрейм	Реализуется при помощи выпадающего списка, системы переключателей и т.п.
Выдача сообщения пользователю	Мультимедийный фрейм	Реализуется при помощи отдельной формы
Реализация расчетных процедур	Фрейм-сценарий	Библиотека шаблонов-подпрограмм
Экспорт отчета в файл	Фрейм-сценарий	Специализированный шаблон

Предложенное множество шаблонов проектирования ориентировано на модификацию и расширение. Вновь вводимые шаблоны могут отражать как расширение предметной области, так и модернизацию функциональности сопровождаемых операций. На рисунке 5 приведен алгоритм реализации типовых сценариев в программный код и добавления нового шаблона. Отметим, что операция расширения множества шаблонов доступна любому программисту, владеющему общими навыками работы с SQL и VisualBasic.Net.

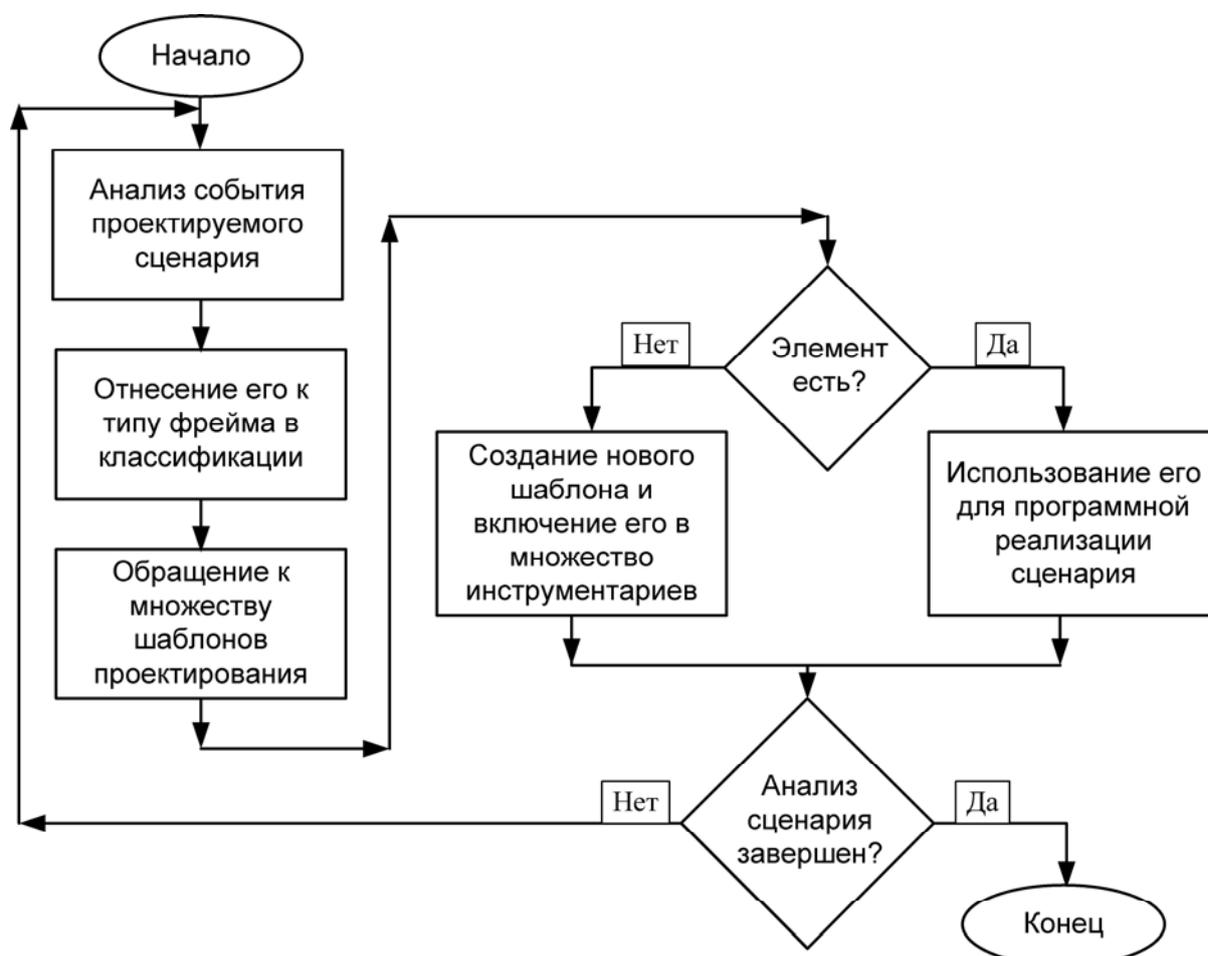


Рисунок 5 – Алгоритм реализации типового сценария в программный код

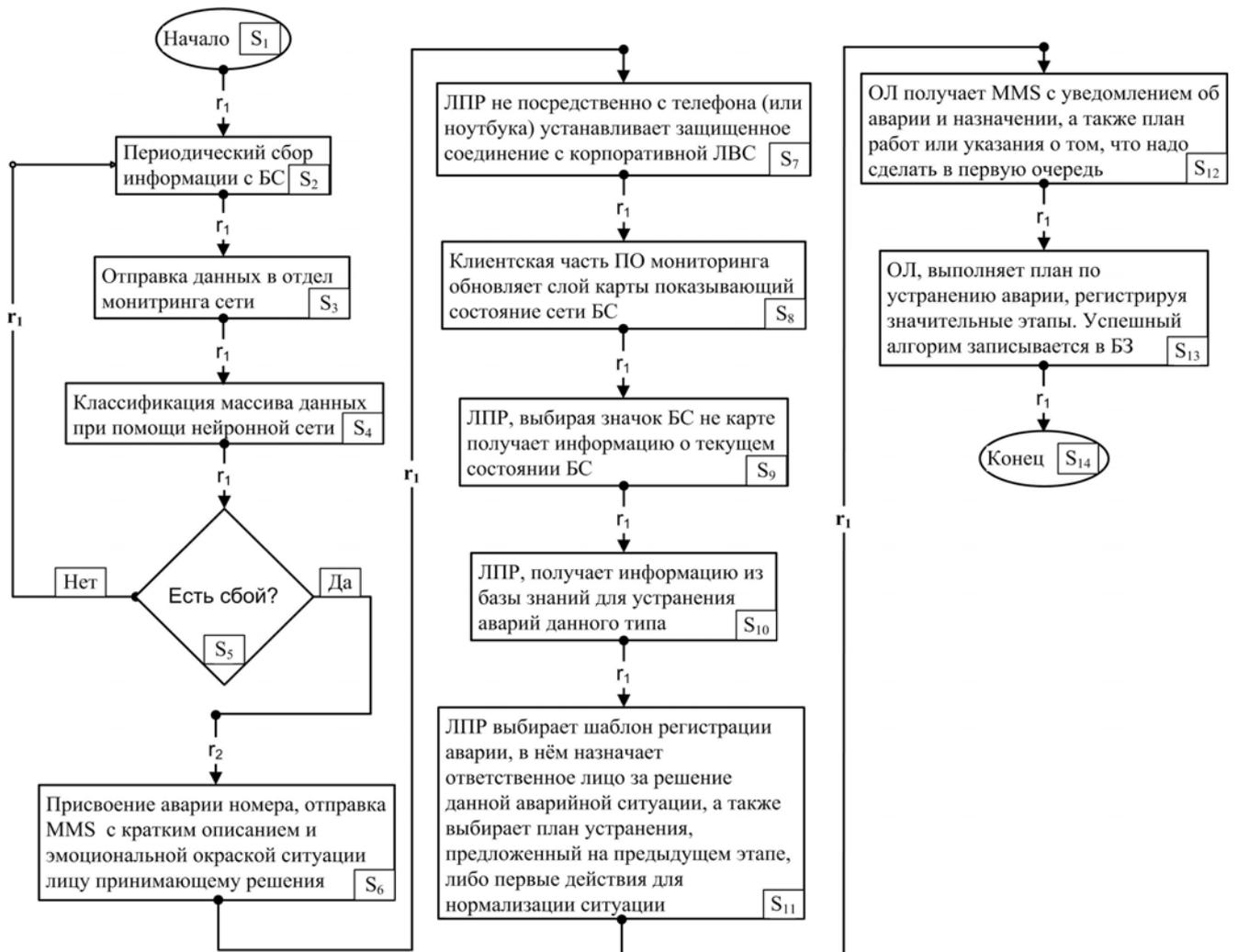
В четвертой главе описывается практическое применение разработанных инструментальных средств при проектировании программного обеспечения СДМУ базовыми станциями и СДМУ движением железнодорожного состава.

В зависимости от перечисленных в техническом задании условий, базовая архитектура может быть расширена. На рисунке 6 в качестве примера приведено описание системы ввода-вывода СДМУ при помощи сети мультимедийных фреймов.



**Рисунок 6 – Описание системы ввода-вывода СДМУ при помощи сети мультимедийных фреймов**

Использование свойства наследования фрейма позволяет наглядно представить архитектуру СДМУ на различных уровнях детализации, и для каждого уровня задавать только необходимую информацию. Для полученной сети мультимедийных фреймов пишутся типовые сценарии работы СДМУ, которые и при помощи шаблонов проектирования реализуются в программный код. Пример такого сценария приведен на рисунке 7.



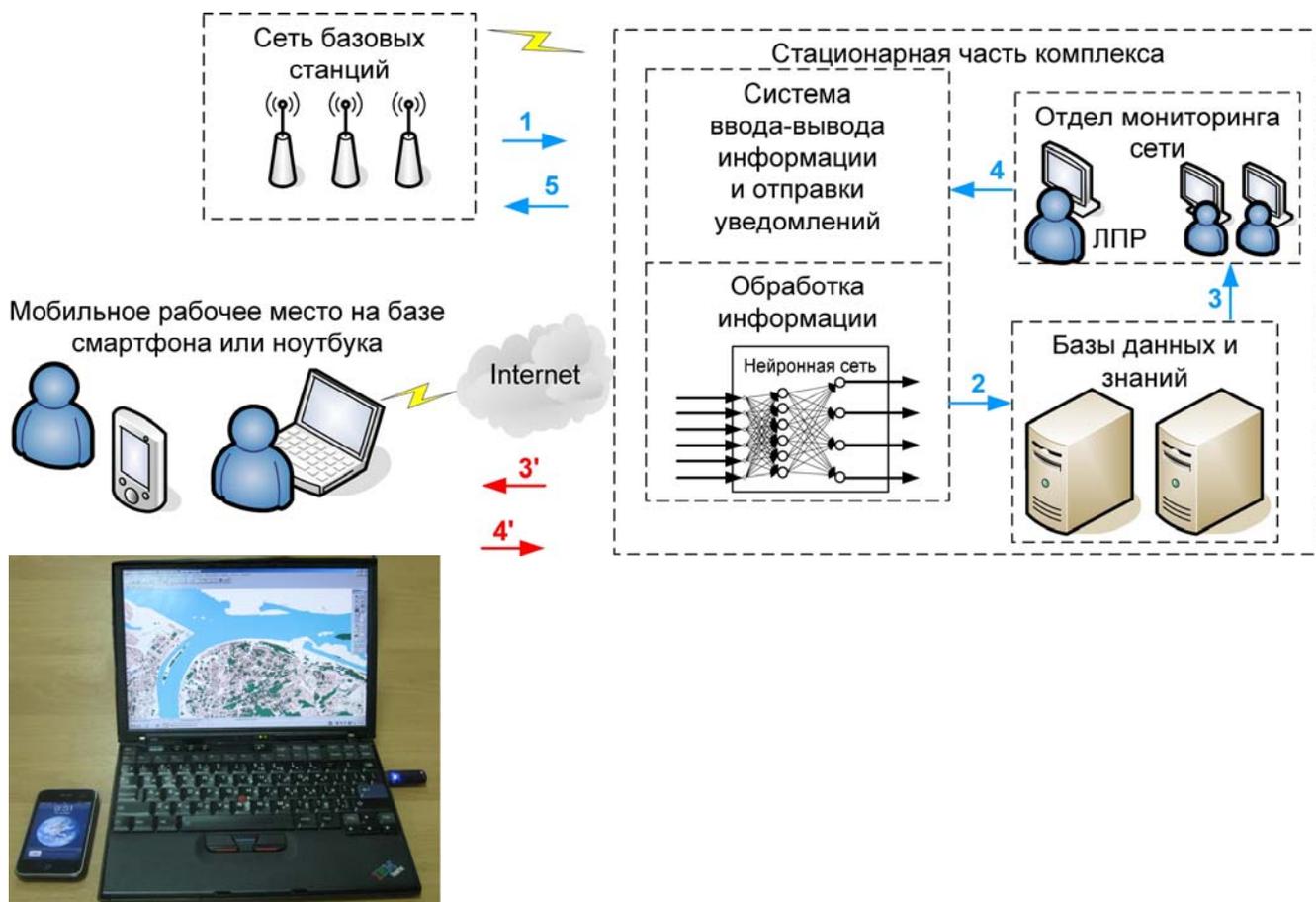
**Рисунок 7 – Типовой идеализированный сценарий устранения аварии на базовой станции оператора мобильной связи**

$$P_1 = \{ \text{IF } S_1 \text{ AND } r_1 \text{ THEN } S_2, \quad \text{IF } S_2 \text{ AND } r_1 \text{ THEN } S_3, \quad \text{IF } S_3 \text{ AND } r_1 \text{ THEN } S_4, \\
 \text{IF } S_4 \text{ AND } r_1 \text{ THEN } S_5, \quad \text{IF } S_5 \text{ AND } r_1 \text{ THEN } S_2, \quad \text{IF } S_5 \text{ AND } r_2 \text{ THEN } S_6, \quad (10) \\
 \text{IF } S_6 \text{ AND } r_1 \text{ THEN } S_7, \quad \text{IF } S_7 \text{ AND } r_1 \text{ THEN } S_8, \quad \text{IF } S_8 \text{ AND } r_1 \text{ THEN } S_9, \\
 \text{IF } S_9 \text{ AND } r_1 \text{ THEN } S_{10}, \quad \text{IF } S_{10} \text{ AND } r_1 \text{ THEN } S_{11}, \quad \text{IF } S_{11} \text{ AND } r_1 \text{ THEN } S_{12}, \\
 \text{IF } S_{12} \text{ AND } r_1 \text{ THEN } S_{13}, \quad \text{IF } S_{13} \text{ AND } r_1 \text{ THEN } S_{14} \}$$

$S_1$  – пуск системы.  $S_{14}$  – останов системы.

Предложенный инструментарий хорошо себя зарекомендовал в различных проектах. Реализация сценариев при помощи шаблонов проектирования существенно снижает сроки разработки программного обеспечения, делает его хорошо структурированным, понятным для групп сопровождения проекта и снижает вероятность ошибок при написании программного обеспечения.

Аналогично системе ввода-вывода, описываются и другие системы СДМУ базовыми станциями, функциональная схема которой изображена на рисунке 8.



**Рисунок 8 –Архитектура СДМУ базовыми станциями (функциональная схема)**

Система ввода-вывода периодически собирает информацию с базовых станций (1) и обрабатывает её при помощи нейронной сети, записывая в базу данных (2). Далее эта информация поступает на дисплеи сотрудников отдела мониторинга сети (3), накладываясь на картографический инструментарий. При возникновении аварийных ситуаций, лицо, принимающее решения, получает MMS уведомление. Принятое решение может быть реализовано через систему ввода-вывода (4 и 5). Лицо, принимающее решения, может получить информацию об аналогичных аварийных ситуациях и действиях по их устранению из базы знаний. Мобильное рабочее место (рис.8) позволяет оперативно и дистанционно получать уведомления об авариях (3'), отдавать распоряжения (4'), отслеживать ход событий с фиксацией каждого шага в базе знаний предприятия.

## ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ВЫВОДЫ

1. В результате проведенных исследований предложено расширение фрейма М.Минского путём введения в его структуру мультимедийных компонентов. Введено понятие мультимедийного фрейма и расширена классификация видов фреймов. Типовые задачи аппарата фреймов модернизированы с учётом появления мультимедийного фрейма.

2. Разработан метод проектирования архитектуры СДМУ при помощи сети мультимедийных фреймов и правил-продукций.

3. Предложен способ создания программного обеспечения для СДМУ при помощи шаблонов проектирования.

4. Разработан алгоритм формирования множества шаблонов проектирования и реализации сценариев в программный код через шаблоны проектирования.

5. С использованием разработанных шаблонов проектирования реализовано ПО для СДМУ состоянием сети базовых станций оператора мобильной связи и СДМУ движением подвижного состава, что подтверждает предполагаемую гибкость и относительную универсальность разработанного инструментария.

6. Теоретические исследования, научные и прикладные результаты работы доведены до инженерных решений в виде технологии разработки программных продуктов и алгоритмов, пригодных для практического использования при создании программного обеспечения СДМУ различного назначения, базирующихся на сетях мобильной связи. Результаты диссертационной работы внедрены:

- в ОАО «Мобильные ТелеСистемы» при создании стационарных и мобильных систем управления технологическими процессами, разработке программного и аппаратного обеспечения СДМУ состоянием сети базовых станций оператора мобильной связи;
- в ООО ТЕКОМ при разработке программного обеспечения для проектов в области цифровой связи и мобильных систем;
- в учебном процессе в Институте радиоэлектроники и информационных технологий Нижегородского государственного технического университета при чтении лекций и проведении практических занятий по дисциплинам учебного плана направлений 210200 "Проектирование и технология электронных средств" и 230200 "Информационные системы", а также при выполнении курсовых и дипломных проектов.

## ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

### В рецензируемых журналах из списка ВАК

1. **Мисевич, П.В.** Прогнозы развития центров ситуационного управления и научно-практические вопросы построения мобильной интеллектуальной среды управления организацией / П.В. Мисевич, Д.А. Белов // Управление персоналом. 2008. №22. С.46-50.

2. **Белов, Д.А.** Проблемно-ориентированная автоматизированная система мониторинга движения железнодорожного состава / Д.А. Белов, П.В. Мисевич, В.П. Хранилов // Автоматизация в промышленности. 2009. №2. С.49-51.

### В других изданиях:

1. **Белов, Д.А.** Типовые схемы организации удаленного доступа к корпоративной сети при помощи сети мобильной связи // Фундаментальные и прикладные проблемы приборостроения, информатики и экономики: научн. труды X междунар. науч.-тех. конф./ Московск. гос. техн. ун-т приборостроения и информатики.–М.,2007. С.21-25.

2. **Белов, Д.А.** Применение аппарата мультимедийных фреймов для отображения эмоциональной окраски ситуации / Д.А. Белов, П.В. Мисевич // Информационные технологии в науке, образовании и производстве: тез. докл. всеросс. научн. конф./ Казанский гос. техн. ун-т.–Казань, 2007. С.564-565.

3. **Белов, Д.А.** Применение мультимедийных фреймов для отображения эмоциональной окраски ситуаций / Д.А. Белов, П.В. Мисевич // Будущее технической науки: тез. докл. VI Междунар. молодежная науч.-тех. конф./ Нижегород. гос. техн. ун-т.–Н.Новгород, 2007. С.45.

4. **Белов, Д.А.** Отображение эмоциональной окраски ситуации при помощи мультимедийных фреймов / Д.А. Белов, П.В. Мисевич // Информационные системы и технологии (ИСТ-2007): материалы междунар. науч.-тех. конф./ Нижегород. гос. техн. ун-т.–Н.Новгород, 2007.С.166.

5. **Белов, Д.А.** Исследование влияния слухов на персонал при помощи корпоративного чата // Фундаментальные и прикладные проблемы приборостроения, информатики и экономики: научн. труды IX междунар. науч.-тех. конф./ Московск. гос. техн. ун-т приборостроения и информатики.–М.,2006. С.48-51.

6. **Белов, Д.А.** Использование мультимедийных фреймов для построения систем дистанционного мониторинга и управления / Д.А. Белов, П.В. Мисевич // Интеллектуальные системы (INTELS'2008): труды восьмого междунар. симпозиума/ под. ред. К.А. Пупкова.–М.: РУСАКИ, 2008. С.168-170.

7. **Белов, Д.А.** Модель анализа оценок качества инструментальных средств разработки автоматизированных систем / Д.А. Белов, В.П. Хранилов // Системы обработки информации и управления: труды НГТУ / Нижегород. гос. техн. ун-т.–Н.Новгород, 2008. Т.74. Вып. 15.С.93-96.

8. **Белов, Д.А.** Аппарат мультимедийных фреймов как основа для построения систем дистанционного мониторинга и управления // Будущее технической науки: тез. докл. VII Междунар. молодежная науч.-тех. конф./ НГТУ –Н.Новгород, 2008. С.29-30.

9. **Белов, Д.А.** Использование аппарата мультимедийных фреймов в задаче передачи описания ситуаций по мобильным системам / Д.А. Белов, П.В. Мисевич // Информационные системы и технологии (ИСТ-2008): материалы междунар. науч.-тех. конф./Нижегор. гос. техн. ун-т.–Н.Новгород, 2008. С.189-190.

10. **Белов, Д.А.** Применение мультимедийных фреймов для отображения эмоциональной окраски ситуации // Современные проблемы информатизации в экономике и обеспечении безопасности: сборник трудов XIII междунар. открытая научн. конф./ Воронежский гос. техн. ун-т.–Воронеж,2008. С.32-33.
11. **Белов, Д.А.** Алгоритм формирования сети мультимедийных фреймов в инструментальной среде проектирования информационного обеспечения автоматизированных систем // Системы обработки информации и управления: труды НГТУ/Нижегор. гос. техн. ун-т.–Н.Новгород,2008. Т.74. Вып.15.С.82-86.
12. **Белов, Д.А.** Применение аппарата мультимедийных фреймов для построения интеллектуальных датчиков систем мониторинга / Д.А. Белов, В.П. Хранилов // Информационные системы и технологии (ИСТ-2009): тез. докл. междунар. науч.-тех. конф./ Нижегор. гос. техн. ун-т. –Н.Новгород, 2009. С.205-206.
13. **Мисевич, П.В.** Практическое применение интеллектуальных датчиков / П.В. Мисевич, Д.А. Белов, В.П. Хранилов // Информационные системы и технологии (ИСТ-2009): материалы междунар. науч.-тех. конф./ Нижегор. гос. техн. ун-т.–Н.Новгород, 2009. С.206-207.
14. **Белов, Д.А.** Мультимедийный фрейм, как основа построения систем мониторинга / Д.А. Белов, П.В. Мисевич // Технологии Microsoft в теории и практике программирования: материалы конф./ Нижегор. гос. ун-т.–Н.Новгород, 2009. С.56-57
15. **Белов, Д.А.** Интеллектуальная нейросетевая обработка данных в системах дистанционного мониторинга и управления сетью базовых станций мобильной связи / Д.А. Белов, В.П. Хранилов // Системы обработки информации и управления: труды НГТУ / Нижегор. гос. техн. ун-т. –Н.Новгород, 2009. Т.76. Вып. 16.С.94-102.
16. **Белов, Д.А.** Применение аппарата нейронных сетей в задаче построения систем дистанционного мониторинга и управления // Информационные системы и технологии (ИСТ-2010):материалы междунар. науч.-тех. конф./ Нижегор. гос. техн. ун-т. –Н.Новгород, 2010. С. 366-368.