

На правах рукописи

ШАКИРОВА Гульнара Равилевна

**ЭЛЕКТРОННЫЕ ДОКУМЕНТЫ
СО ВСТРОЕННОЙ ДИНАМИЧЕСКОЙ МОДЕЛЬЮ
НА ОСНОВЕ XML**

Специальность 05.13.11

**«Математическое и программное обеспечение
вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей»**

АВТОРЕФЕРАТ

**диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук**

Уфа 2008

Работа выполнена в ГОУ ВПО
«Уфимский государственный авиационный технический университет»
на кафедре автоматизированных систем управления

Научный руководитель д-р техн. наук, проф.
МИРОНОВ Валерий Викторович

Официальные оппоненты д-р техн. наук, проф.
МАРТЫНОВ Виталий Владимирович

канд. техн. наук
АЛИМБЕКОВА Софья Робертовна

Ведущая организация ФГУП УНПП «Молния»

Защита состоится 5 сентября 2008 г. в 10:00 часов
на заседании диссертационного совета Д-212.288.07
при Уфимском государственном авиационном техническом университете
по адресу: 450000, Уфа-центр, ул. К. Маркса, 12

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке университета

Автореферат разослан _____ июля 2008 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета
д-р техн. наук, проф.

С. С. Валеев

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

Актуальность работы. В условиях стремительного развития информационных технологий особую важность приобретает организация и управление электронными документами (ЭД). Многолетние усилия, направленные на решение этих задач, способствовали развитию мощной методологической и технологической базы, отражающей многообразие классов электронных документов¹.

Особый интерес представляет новый класс электронных документов – электронные документы со встроенной динамической моделью (которые для краткости в работе называются «динамическими документами» (ДД)), предложенные на кафедре АСУ УГАТУ². В их основе лежит идея встраивания в электронный документ динамической модели, отражающей существенные этапы его жизненного цикла или ситуации использования.

Ранее были сформулированы общие идеи построения динамических документов и их эффективного применения в составе систем электронного документооборота. В плане реализации был предложен и исследован подход, при котором динамический документ реализуется на платформе Microsoft Word, а динамическая модель представляется как совокупность программных макросов на языке VBA. В результате была показана принципиальная возможность реализации динамических документов и выполнена оценка их практической полезности.

В ходе практической апробации предложенного технического решения были выявлены существенные недостатки информационно-технологического плана. Во-первых, сложность программной реализации, связанная с тем, что макросы жестко привязаны к решаемой задаче и могут быть применимы только в каждом конкретном случае. Следовательно, изменение содержания решаемой задачи требует повторного программирования макросов. Во-вторых, в этом случае процедура разработки динамического документа выполняется в два этапа: разработка концептуальной динамической модели высокого уровня абстракции и ее последующая физическая реализация в электронном документе. Все это обуславливает достаточно высокую трудоемкость реализации динамических документов.

Выявленные в ходе исследований проблемы требуют разработки научно обоснованных технологий реализации динамических моделей в динамических документах, не требующих трудоемкого программирования при переходе от концептуальной динамической модели к ее программной реализации.

¹ Электронные документы являются предметом многих исследований как в нашей стране, так и за рубежом (М. Дж. Саттон, Д. Шнайрт, В. А. Конявский, В. А. Гадасин, А. А. Линева, С. П. Останин, М. В. Ларин). В УГАТУ эти вопросы затрагивались в работах Г. Г. Куликова, Л. Р. Черняховской и др.

² Обеспечение целостности комплекса электронных документов на основе встраиваемых динамических моделей : дис. ... канд. техн. наук / Т. А. Гарифуллин ; науч. рук. проф. В. В. Миронов. Уфа : УГАТУ, 2006. 149 с.

В ходе поиска путей решения этой проблемы было предложено реализовать динамические документы на платформе XML. В настоящее время XML (Extensible Markup Language – расширяемый язык разметки) рассматривается как перспективная платформа взаимодействия приложений, в основе которой лежит идея использования свободно выбираемых тегов для иерархической разметки данных.

При переводе динамических документов на платформу XML используется структурная иерархическая разметка, что позволит разделить прикладную и ситуационную компоненты документа. Однако решение задачи организации динамических документов на платформе XML не является очевидным. Неясно, как встроить динамическую модель в XML-документ, как ее построить и связать с исходным содержимым документа для последующего применения. Все это требует проведения соответствующих исследований.

Целью работы, таким образом, является разработка научно обоснованных XML-ориентированных технологий построения динамических документов на основе встраивания динамической модели в электронный документ.

Задачи, решаемые в работе для достижения поставленной цели:

- разработка концепции динамического электронного документа;
- разработка обобщенной структурной модели динамического документа;
- разработка обобщенного метода интерпретации встраиваемой динамической модели;
- разработка инструментально-программного средства для разработки и сопровождения динамических документов.

Методика исследования. В работе используются принципы и методы объектно-ориентированного программирования, теории множеств, ситуационного управления, теории построения иерархических ситуационных моделей, моделирования сложных процессов, принципы и методы разработки алгоритмов.

Результаты, выносимые на защиту:

1) Концепция динамических электронных документов, основанная на том, что при проектировании документа в него встраивается динамическая модель, с состояниями которой ассоциированы прикладные фрагменты, а на этапе использования отслеживаются текущие состояния динамической модели, в контексте которых пользователю предоставляется доступ к соответствующим прикладным фрагментам.

2) Обобщенная структурная модель динамического документа, основанная на иерархии элементов иерархических ситуационных моделей.

3) Обобщенный метод интерпретации динамической модели, основанный на ее асинхронной обработке.

4) Инструментально-программное средство для создания и ведения динамических XML-документов.

Научная новизна результатов определяется новизной идеи применения XML в качестве платформы для создания и ведения динамических документов.

При этом

– новизна концепции по п.1 (см. «Результаты, выносимые на защиту») состоит в том, что динамический документ строится в классе XML-документов, при этом встраивание динамической модели и связь ее с прикладными фрагментами достигается с помощью XML-разметки в соответствии с обобщенной структурной моделью, а отслеживание текущего состояния осуществляется средствами XML на основе обобщенного метода интерпретации динамической модели;

– новизна модели по п.2 заключается в том, что она представлена в форме XSD-схемы³ XML-документа, задающей структурные ограничения элементов типа «подмодель», «состояние», «переход», «внутренний предикат» и др. и порядок их вложенности на введенном пространстве имен, которому принадлежит описание элементов и атрибутов модели;

– новизна метода интерпретации по п.3 состоит в том, что для однозначной идентификации элементов модели используется механизм XPath⁴-адресации, что позволяет установить однозначное соответствие между элементами модели и памяти текущего состояния, организовать систему взаимосвязей между состояниями исходной модели на основе переходов и предикатов их выполнения;

– новизна разработанного инструментально-программного средства по п.4 состоит в том, что для него разработан класс интерфейсных управляющих объектов, базирующийся на программном классе «TreeView» («Дерево») и обеспечивающий создание и модификацию структуры динамической модели и информационного наполнения документа по изменению текущего состояния динамической модели и по просмотру информационного наполнения документа в контексте текущего состояния.

Значение результатов для теории организации электронных документов заключается в том, что они дают новое понимание того, как динамическая модель может быть встроена в электронный документ с помощью его структурирования на основе иерархической XML-разметки.

Значение результатов для практики разработки электронных документов определяется тем, что они дают научно обоснованный эффективный подход к встраиванию динамической модели и позволяют сократить затраты времени (в рассмотренных примерах — до 15 раз) и снизить трудоемкость (в рассмот-

³ XSD-схема (XML Schema definition language schema – схема на языке определения XML-схем) – схема XML-документа, в которой заданы его структурные и параметрические ограничения.

⁴ XPath (XML Path Language – язык путей в XML) – язык высокого уровня абстракции, предназначенный для адресации фрагментов XML-документа.

ренных примерах — в 4–5 раз) при создании и ведении динамических документов.

Внедрение результатов. Практическая значимость результатов подтверждается их использованием в УГАТУ в учебном процессе и в научно-производственной фирме «РД Технологии» в качестве методики создания и ведения электронных документов со встроенной динамической моделью.

Связь с плановыми исследованиями. Работа выполнена в рамках плановых исследований кафедры АСУ УГАТУ по разработке электронных документов со встроенной динамической моделью.

Апробация и публикации. Основные положения, представленные в диссертации, были представлены на 4 научных конференциях всероссийского и международного уровня.

Список публикаций автора по теме диссертации включает 11 научных трудов, в том числе 3 статьи в рецензируемом научном журнале из списка ВАК (26 с.), 2 свидетельства об официальной регистрации программы для ЭВМ, 4 публикации в трудах конференций всероссийского и международного уровня (18 с.). Две публикации выполнены без соавторов (8 с.).

Структура диссертации. Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, приложения, библиографического списка из 116 наименований, всего на 190 листах.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ

Введение. Во введении обсуждается актуальность решаемой научной задачи, формулируются цель и основные задачи исследования, приводятся результаты, выносимые на защиту, отмечается их научная новизна и практическая значимость.

Глава 1. Анализ существующих подходов к созданию и ведению электронных документов со встроенной динамической моделью

В первой главе выполнен анализ существующих подходов к концепции электронных документов со встроенной динамической моделью. Рассмотрены основные аспекты разработки документов этого класса: от построения встроенной модели до технической реализации электронного документа. Показана практическая значимость электронных документов этого класса для организации дискретного доступа пользователя к фрагментам документа в зависимости от текущего состояния встроенной динамической модели.

В главе выполнен сравнительный анализ моделей дискретно-событийного класса и обоснована целесообразность применения иерархических ситуационных моделей при построении динамической модели, встраиваемой в электронный документ.

Проведенный анализ организации динамических документов на платформе Microsoft Word позволил выявить существенные недостатки информационно-технологического плана. Основным недостатком является сложность программирования, обусловленная «жесткой» привязкой макросов к решаемой задаче. Как следствие, отсутствие гибкости приводит к необходимости выполнения процедуры разработки документа в два этапа – концептуального проектирования модели и ее последующей программной реализации.

На основе результатов проведенного анализа обосновывается необходимость и актуальность использования XML-технологий для реализации электронных документов со встроенной динамической моделью. Обсуждаются и формулируются цели и задачи исследования, включающие разработку концепции, обобщенной структурной модели динамического документа, метода ее интерпретации и разработку инструментально-программных средств, позволяющих реализовать эти положения.

Глава 2. Разработка концепции динамических XML-документов

Вторая глава посвящена разработке концепции XML-документов со встроенной динамической моделью, принципов ее применения, а также обсуждению практического примера, иллюстрирующего эффективность предлагаемого подхода.

Предлагаемый подход к построению электронных документов со встроенной динамической моделью основан на структурировании документа с помощью иерархической XML-разметки. Электронные документы, построенные по этому принципу, образуют новый класс документов – динамические XML-документы (XML-DD). В составе динамического XML-документа выделены следующие базовые элементы:

- исходная динамическая модель, реализованная в классе иерархических ситуационных моделей и задающая множество состояний и переходов для некоторой ситуации, рассматриваемой в контексте исходного документа. Иерархическая структура этой модели отражена иерархией соответствующих XML-элементов различной степени вложенности и их атрибутов, характеризующих свойства соответствующих объектов модели. Эта составляющая является полностью статической и не меняется в процессе работы с документом – пользователь может использовать эту структуру при навигации по документу;

- память текущего состояния (ПТС), отражающая те состояния исходной динамической модели, в которых находится документ в тот или иной момент времени. Эта составляющая является полностью динамической, поскольку формируется на этапе проектирования документа и при работе с ним постоянно изменяется;

- прикладные фрагменты, ассоциированные с состояниями исходной динамической модели. Они представляют собой фрагменты документа, лежащего в основе данного динамического XML-документа. Сам процесс создания данного класса документов предполагает, что в его основе лежит один или не-

сколько документов ориентированных на ситуации. Этот компонент является условно статическим: он формируется на этапе проектирования, а на этапе использования пользователь может вносить в него свои корректировки.

Динамический XML-документ является, прежде всего, XML-документом, поэтому к нему применимы стандартные механизмы и принципы разработки и ведения XML-документов. Однако специфика документов класса XML-DD, в частности, наличие встроенной модели, при этом не учитывается. Поэтому были сформулированы базовые принципы, отражающие особенности структуры и интерпретации документов этого класса. В соответствии с этими принципами, динамический XML-документ представляет собой стандартный XML-документ, в составе которого заданы два типа разметки: прикладная, представленная тегами, которые должны структурировать документ независимо от текущего состояния; ситуационная, включающая теги, определяющие информацию, относящуюся к различным состояниям.

Динамическая и статическая части встроенной модели содержат только ситуационную разметку, которая должна быть доступна при обработке внешним интерпретатором. Прикладная разметка присутствует только в составе фрагментов, ассоциированных с ситуациями. При этом «границы», внешняя структура, такого фрагмента, могут быть представлены с помощью ситуационной разметки, а его содержимое задается с помощью прикладной разметки.

В процессе исследования динамических XML-документов были выделены два этапа (рис. 1). Первый этап – проектирование такого документа. Разработчик определяет структуру динамического XML-документа, ее основные элементы, как бы задает каркас для последующей работы. На втором этапе осуществляется непосредственно работа с динамическим XML-документом. Пользователь получает доступ к содержимому документа и может использовать его в рамках, задаваемых возможностями внешнего интерпретатора.

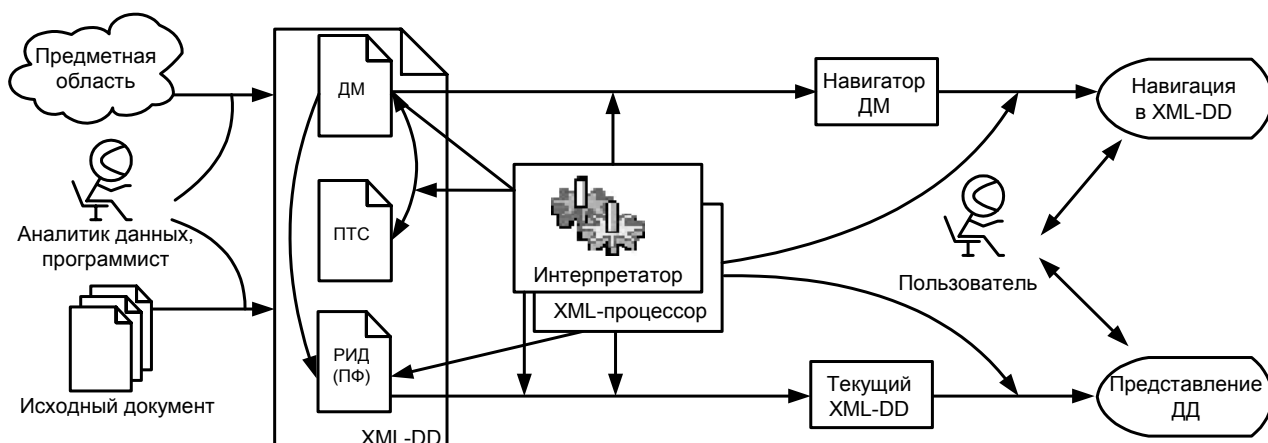


Рисунок 1 – Предлагаемый подход к построению и применению динамических документов на платформе XML: XML-DD – динамический XML-документ; ДМ – динамическая модель; ПТС – память текущего состояния; РИД – размеченный исходный документ; ПФ – прикладные фрагменты; ДД – динамический документ

В классе динамических XML-документов могут быть реализованы любые документы, содержимое которых носит ситуационный характер. Иными словами, это такие документы, на основании которых могут быть выделены группы ситуаций различной степени сложности, связанные друг с другом переходами, которые в конечном итоге могут составить модель дискретно-событийного класса.

Примером документа такого типа является «Федеральный закон о несостоятельности (банкротстве)». При его использовании требуется сопоставить реальную ситуацию, сложившуюся в организации, с соответствующими ситуациями, определенными в данном законе. Работа с текстом закона сводится главным образом к рассмотрению тех его фрагментов, которые могут быть ассоциированы с определенными ситуациями, поэтому целесообразным является придание документу возможности оперативного выбора фрагментов закона в соответствии с текущей ситуацией.

Одним из возможных решений этой задачи является представление текста закона в форме электронного документа со встроенной динамической моделью. В этом случае пользователь документа имеет возможность перемещаться по выделенным состояниям встроенной модели и работать не с абстрактным текстом закона, а с теми его фрагментами, которые ассоциированы с соответствующими ситуациями. Это позволяет существенно повысить эффективность и простоту использования текста закона.

Следовательно, задача проектировщика такого динамического XML-документа сводится к разработке динамической модели и определению механизма соответствия между состояниями модели и текстом исходного документа.

Глава 3. Разработка модели динамического XML-документа и метода ее интерпретации

В третьей главе разрабатывается обобщенная структурная модель динамического XML-документа и предлагаются унифицированные алгоритмы ее интерпретации с учетом XML-специфики элементов встроенной динамической модели.

Предложенная архитектура динамического XML-документа предполагает отражение в памяти текущего состояния записей о текущих состояниях модели. В связи с этим необходима обобщенная структура динамической модели как исходной части, так и памяти текущего состояния, регламентирующей структуру динамического XML-документа независимо от области его применения.

Встроенная динамическая модель реализуется в классе иерархических ситуационных моделей (ИСМ), относящихся к классу дискретно-событийных. Синтаксис ИСМ задает четыре группы объектов: модель, подмодель (элементарный процесс), состояние и переход. Объектность XML-разметки позволяет каждому из этих объектов поставить в соответствие XML-элемент, а его свойства указать в соответствующих XML-атрибутах.

Так, модель M^{xml} представлена множеством подмоделей $SM^{xml} \in M^{xml}$, где $SM^{xml} = \bigcup_{i=1}^N sm_i^{xml}$, объединяющими группы состояний $S^{xml} \in sm_i^{xml}$, где $S^{xml} = \bigcup_{j=1}^M s_j^{xml}$, связанных друг с другом переходами $J^{xml} \in s_i^{xml}$, где $J^{xml} = \bigcup_{k=1}^L j_k^{xml}$ и содержащих погружения в другие дочерние подмодели $SM_S^{xml} \in s_i^{xml}$, где $SM_S^{xml} = \bigcup_{i=1}^N sm_{Si}^{xml}$ ($SM_S^{xml} \cap SM_S^{xml} = \emptyset$) (рис. 2, а).

В соответствии с предложенной концепцией синтаксис ИСМ был дополнен элементами типа $Ref^{xml} \in sm_i^{xml}$, где $Ref^{xml} = \bigcup_{l=1}^K ref_l^{xml}$, соответствующими прикладным фрагментам и принадлежащими объектам-состояниям. Сам фрагмент хранится в форме текстового содержимого данного узла. Для обеспечения гибкости и переносимости он задается в XML-формате (WordML) и для отделения от ситуационной разметки представлен в формате CDATA (рис. 2, а).

Срабатывание перехода из состояния подмодели связано с выполнением входящих в его состав предикатов. В связи с этим был добавлен соответствующий элемент – $Pred^{xml} \in j_k^{xml}$, где $Pred^{xml} = \bigcup_{h=1}^L p_h^{xml}$ (рис. 2, а).

Выполнение предиката означает, что некоторое выражение, которое он задает, истинно. В соответствии с типом такого выражения множество предикатов делится на два непересекающихся подмножества – внешние и внутренние предикаты. Внешние предикаты не содержат в себе никаких выражений – они становятся истинными просто при выборе пользователем перехода с помощью навигационного механизма, поэтому можно отказаться от их явного указания в переходах. В связи с этим XML-элементы, соответствующие предикатам перехода, задают только внутренние предикаты.

В состав встроеной модели входит также динамический компонент – ПТС. Для этого был введен одноименный элемент $PTS^{xml} \in M^{xml}$, в который по мере использования документа добавляются элементы, соответствующие текущим состояниям. В его структуре представлены два типа элементов: подмодели ($SM_{pts}^{xml} \supseteq PTS^{xml}$, где $SM_{pts}^{xml} = \bigcup_{p=1}^S sm_{pts p}^{xml}$) и состояния ($S_{pts}^{xml} \in SM_{pts p}^{xml}$, где $S_{pts}^{xml} = \bigcup_{p=1}^S s_{pts p}^{xml}$). Для каждого элемента фиксируется XPath-адрес соответствующего элемента исходной модели (рис. 2, а).

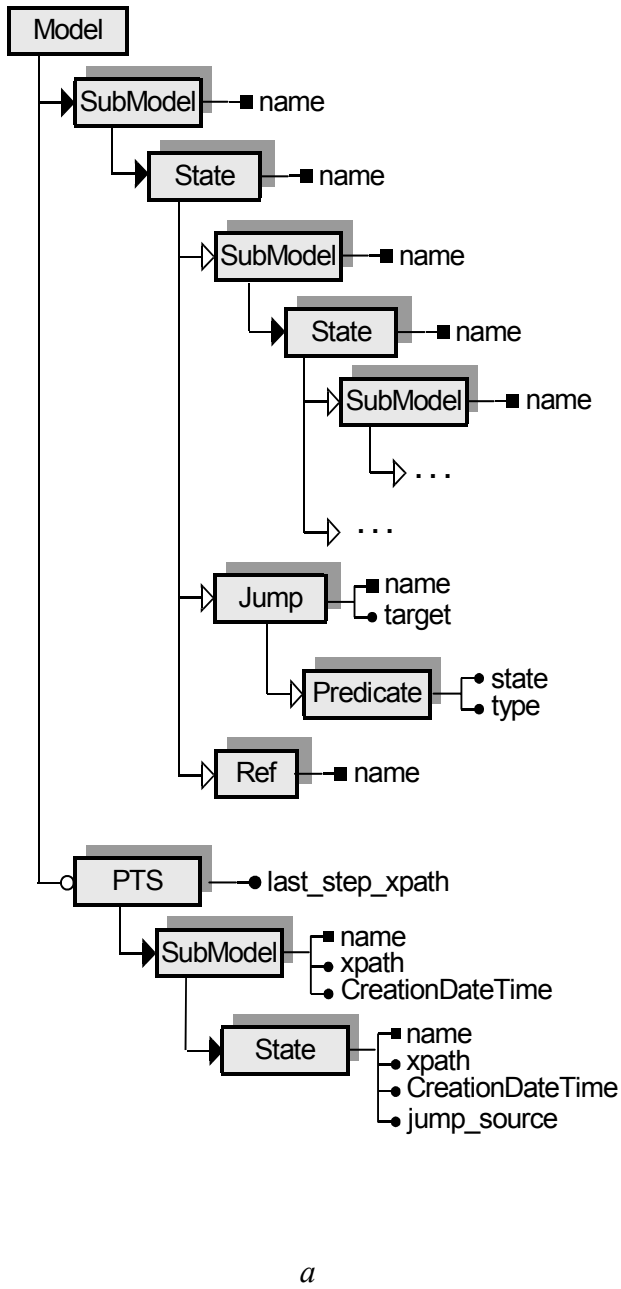
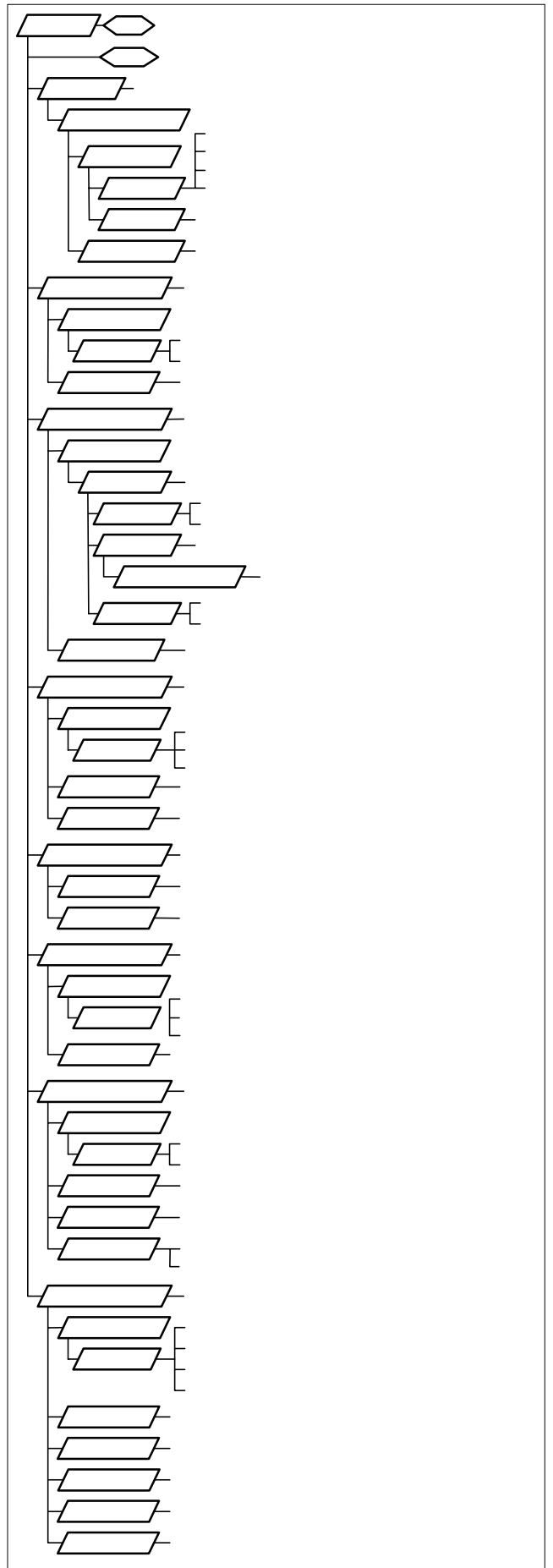


Рисунок 2 – Концептуальная (а) и логическая (б) схемы встроенной модели динамического XML-документа



XML-технологии позволяют описать структуру и содержимое XML-DD, тем самым создать универсальный механизм, регламентирующий структуру документа. Для этого предлагается использовать схему XML-документа. В общем случае схема документа – это модель, отделенная от самого документа, в которой заданы его структурные и параметрические ограничения.

На рис. 2, б представлена логическая схема встроенной модели, заданная в форме XSD-схемы. В схеме для каждого XML-элемента динамической модели указывается его тип и допустимое число экземпляров, задаются вложенные элементы и атрибуты, для каждого из которых определяется тип данных и способ использования. Для отделения ситуационной разметки от прикладной, введено пространство имен с префиксом *hsm*, задающее именованное множество допустимых имен элементов и атрибутов встроенной модели документа.

Интерпретация встроенной модели основана на отслеживании изменений ее текущих состояний. При этом обработка модели ДД является асинхронной. Согласно структуре модели ДД, состояния одного уровня иерархии связаны друг с другом переходами. Именно выполнение этих переходов и является тем событием, которое ведет к смене текущего состояния. Структура элемента ПТС представлена иерархией элементов «ПТС → подмодель → состояние».

Однако переходы затрагивают изменения текущего состояния только на одном уровне иерархии. В то же время состояния могут содержать внутренние подмодели, переход к которым называется погружением. Предлагается сделать подобные погружения автоматическими, т. е. как только некоторое состояние становится текущим, сразу выполняются все его погружения. При этом текущими становятся начальные состояния соответствующих подмоделей, а само родительское состояние не перестает быть текущим. В подмодели начинается собственный процесс изменения текущего состояния, который завершается, когда родительское состояние перестает быть текущим. Поскольку обработка является асинхронной, то погружения выполняются в том порядке, в котором они заданы в модели.

В результате выполнения перехода текущим становится то состояние подмодели, которое в рамках перехода было заявлено в качестве состояния-цели. Оно и добавляется в ПТС. При этом выполняется принцип темпоральности: каждое новое текущее состояние подмодели заносится в качестве вложенного элемента соответствующего XML-элемента-подмодели ПТС, а прежние состояния ПТС «сдвигаются» вниз на один элемент. Например, пусть ПТС содержит подмодель с именем *SM*. Изначально в ней содержится единственное текущее состояние S_k , которое соответствует начальному состоянию в соответствующей подмодели исходной модели. Если произошел переход из состояния S_k в состояние S_L , то в ПТС добавляется соответствующий элемент-состояние и вложенная иерархия подмодели *SM* будет задавать последовательность $\{S_k, S_L\}$. Таким образом, первым элементом иерархии стало состояние S_L , оттеснив состояние S_k . Следующее текущее состояние подмодели *SM* оттеснит уже со-

стояние S_L и т. д. Таким образом, текущим будем считать то состояние, которое является первым элементом соответствующей подмодели ПТС.

Соответствующим образом выполняется отмена перехода в текущее состояние – оно просто удаляется из соответствующей иерархии в ПТС, а на его месте оказывается то состояние, которое было вторым во вложенной иерархии элементов подмодели ПТС, т. е. реализуется принцип LIFO (Last In – First Out).

Особенность интерпретации XML-DD заключается в том, что все объекты встроенной динамической модели являются XML-элементами. Это позволяет применить в процессе обработки модели XPath-адресацию, что обеспечивает однозначное соответствие между элементами ПТС и объектами исходной модели. Каждый новый элемент, занесенный в ПТС, является, с одной стороны, самостоятельным элементом, а с другой, полностью определяется соответствующим элементом исходной динамической модели, тем самым является указателем на него. Один и тот же элемент модели может неоднократно участвовать в ПТС в виде таких указателей.

Глава 4. Разработка инструментально-программного средства для создания и ведения динамических XML-документов

В четвертой главе обсуждаются вопросы, связанные с разработкой инструментально-программного средства, реализующего концепцию (гл. 2), структурную модель динамического XML-документа и метод ее интерпретации (гл. 3)

Принципы и механизмы разработки и сопровождения XML-документов со встроенной динамической моделью отражены в разработанном инструментально-программном средстве «XML-DD Manager». В нем выделены четыре программных модуля: основной, навигации, редактирования, работы с ассоциированными фрагментами. Каждый из этих модулей имеет сложную внутреннюю структуру, представленную набором функциональных подмодулей, отвечающих за реализацию подзадач модуля. Обобщенная структура разработанного инструментально-программного средства представлена на рис. 3.

Основной модуль является связующим звеном между всеми остальными модулями программно-инструментального средства. В нем предусмотрены механизмы вызова остальных модулей инструментально-программного средства в контексте выполняемой операции, открытия динамического документа, а также построения первоначального пользовательского интерфейса.

Модуль навигации позволяет пользователю перемещаться между ситуациями в динамической модели. Для этого реализован навигационный механизм, в котором представлена вся иерархия объектов встроенной модели XML-DD в форме соответствующих визуальных объектов, понятных даже неподготовленному пользователю.

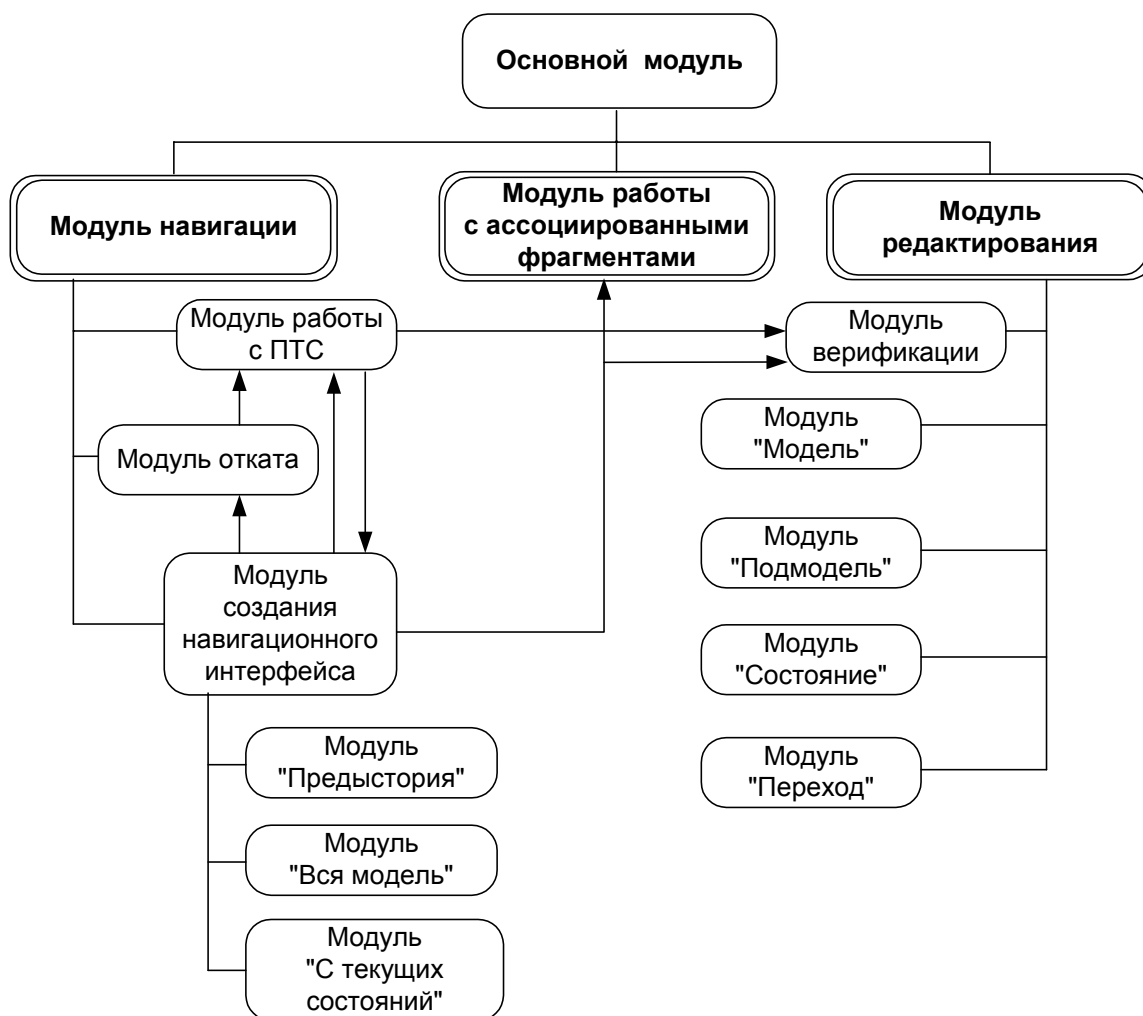


Рисунок 3 – Обобщенная архитектура инструментально-программного средства «XML-DD Manager» для разработки и сопровождения динамических XML-документов

На верхнем уровне в модуле навигации выделены два подмодуля:

- 1) модуль, в рамках которого осуществляется формирование и изменение содержимого ПТС;
- 2) модуль разработки пользовательского интерфейса навигации.

Механизм навигации должен быть доступен в трех режимах:

- предыстории, позволяющем пользователю просмотреть все выполненные шаги к текущему состоянию;
- всей модели, позволяющем пользователю просмотреть структуру встроенной модели, при этом для каждого состояния доступны все возможные переходы без указания подробной информации об их направлении;
- с текущих состояний, где пользователь может просмотреть все возможные переходы из каждого текущего и всех его последующих состояний. При этом каждый переход сопровождается подробной информацией о его направлении в виде иерархии объектов, на верхнем уровне которой находится состояние-цель перехода.

Главная цель навигационного инструментария состоит в том, чтобы отобразить структуру встроенной модели так, чтобы пользователь имел возмож-

ность перемещаться по ее элементам с учетом их специфики. Для внешнего (интерфейс) и внутреннего (свойства и методы) представления встроенной модели в рамках пользовательского инструментария необходим программный класс, ориентированный на особенности встроенной модели динамического XML-документа.

За основу предлагается взять класс «TreeView» (дерево), используемый во многих объектно-ориентированных языках программирования высокого уровня. Этот класс предназначен для отображения иерархических структур. Как отмечалось выше, встроенная модель представляет собой иерархию XML-элементов, соответствующих ее объектам, а сама встроенная модель, в свою очередь, является основой для построения механизма навигации по встроенной модели документа. Следовательно, навигационный инструментарий по встроенной модели также является древовидной структурой, потому выбор класса «TreeView» в качестве базиса вполне закономерен.

Модуль работы с ассоциированными фрагментами предоставляет пользователю возможность последовательной обработки каждого фрагмента, ассоциированного с той или иной ситуацией. Особенностью этого программного модуля является то, что он обеспечивает интеграцию приложения Microsoft Word 2003 для оперирования ассоциированными фрагментами. Это позволяет пользователю работать с прикладными фрагментами на основе знакомого интерфейса.

Глава 5. Приложение результатов исследования к практическим задачам и оценка эффективности

В пятой главе обсуждаются вопросы практического приложения концепции (гл. 2), модели и метода ее интерпретации (гл. 3) XML-DD, инструментально-программного средства «XML-DD Manager» (гл. 4) к практическим задачам.

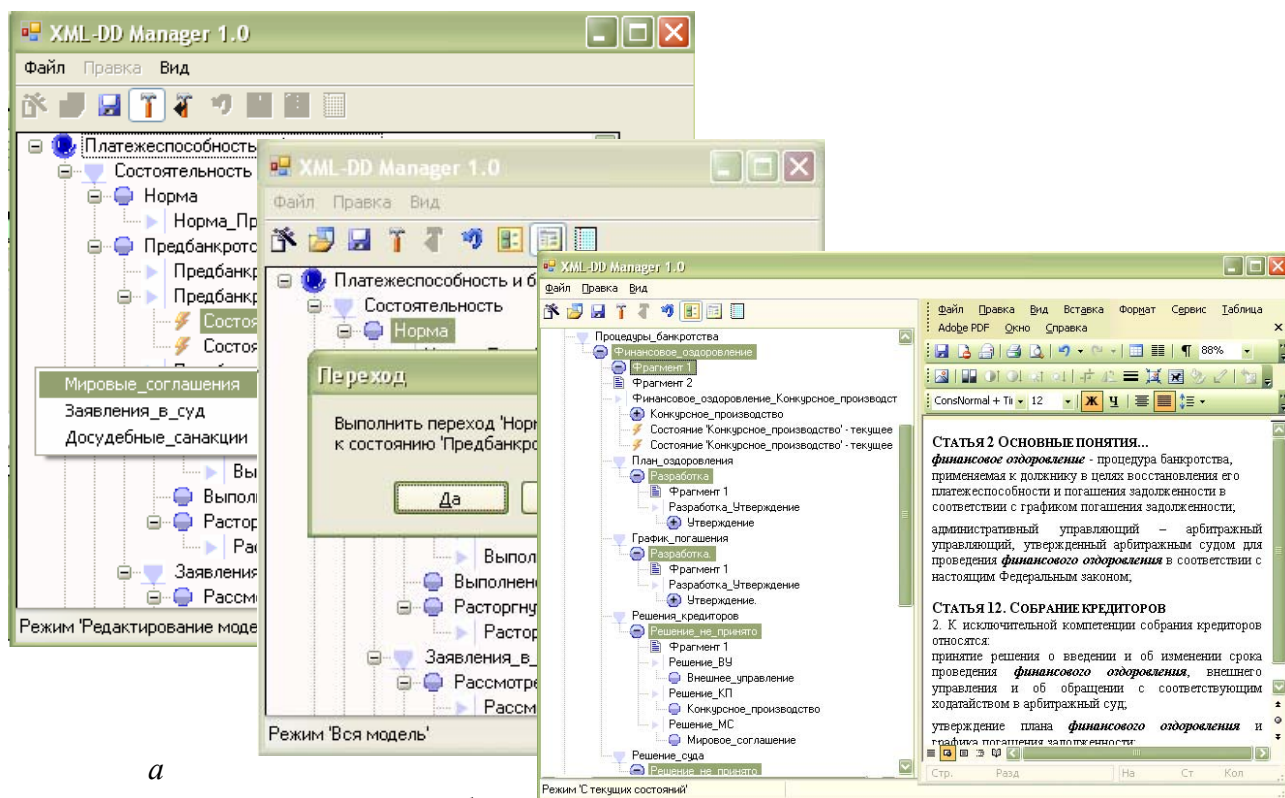
В работе в качестве сквозного примера рассмотрено приложение концепции динамических XML-документов к федеральному закону с применением инструментально-программного средства «XML-DD Manager» на всех этапах работы с динамическим документом: от создания и редактирования до применения.

Механизмы модуля редактирования позволяют разработать структуру встроенной модели документа, задавая экземпляры классов объектов, предусмотренных обобщенной структурной моделью (рис. 4, а).

На этапе применения разработанной встроенной модели механизмы модуля навигации позволяют перемещаться между состояниями с учетом выполнения заявленных на стадии проектирования внутренних предикатов, проверяющих статус состояний модели (рис. 4, б).

Для работы с прикладными фрагментами, ассоциированными с состояниями разработанной встроенной модели, применяются механизмы соответствующего модуля инструментально-программного средства (рис. 4, в). Инструментарий позволяет просмотреть фрагменты, ассоциированные с любыми си-

туациями. С открытым фрагментом можно проводить любые операции редактирования, которые выполнимы с помощью механизмов MS Word.



а

б

в

Рисунок 4 – Иллюстрация применения инструментально-программного средства «XML-DD Manager» для создания и ведения динамического XML-документа на основе Федерального закона о несостоятельности (банкротстве)

Экспериментальные исследования показали, что применение разработанного инструментально-программного средства «XML-DD Manager» позволяет существенно сократить трудоемкость разработки и сопровождения динамических XML-документов по количеству выполняемых процедур (в среднем в 5 раз) и по затрачиваемому времени (в среднем в 15 раз). Кроме того, существенно расширяется круг задач, решаемых с помощью динамических XML-документов, за счет обеспечения унифицированного подхода к созданию, ведению и применению электронных документов этого класса.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ВЫВОДЫ

В работе решена задача создания научно обоснованных механизмов разработки электронных документов со встроенной динамической моделью на платформе XML. При этом получены следующие результаты:

1) Концепция динамических электронных документов, основанная на том, что при проектировании документа в него встраивается динамическая модель, с состояниями которой ассоциированы прикладные фрагменты, а на этапе использования отслеживаются текущие состояния динамической модели, в контексте которых пользователю предоставляется доступ к соответствующим прикладным фрагментам, отличающаяся тем, что динамический документ строится в классе XML-документов, при этом встраивание динамической модели и связь ее с прикладными фрагментами достигается с помощью XML-разметки в соответствии с обобщенной структурной моделью, а отслеживание текущего состояния осуществляется средствами XML на основе обобщенного метода интерпретации динамической модели. Это позволит обеспечить гибкость построения, открытость и объектность электронного документа со встроенной динамической моделью.

2) Обобщенная структурная модель динамического документа, основанная на множестве элементов модели класса иерархических ситуационных моделей, отличающаяся тем, что она представлена в форме XSD-схемы XML-документа, задающей структурные ограничения элементов типа «подмодель», «состояние», «переход», «внутренний предикат» и др. и порядок их вложенности на введенном пространстве имен, которому принадлежит описание элементов и атрибутов модели. Это позволит контролировать соответствие электронного документа концепции по п.1 (свид. № 2008610109 об официальной регистрации программы для ЭВМ).

3) Обобщенный метод интерпретации динамической модели по п.2, основанный на ее асинхронной обработке, отличающийся тем, что для однозначной идентификации элементов модели используется механизм XPath-адресации, что позволяет установить однозначное соответствие между элементами модели и памяти текущего состояния, организовать систему взаимосвязей между состояниями исходной модели на основе переходов и предикатов их выполнения.

4) Инструментально-программное средство «XML-DD Manager» для создания и ведения динамических документов, основанное на технологиях обработки XML-документов и принципах объектно-ориентированного программирования, отличающееся тем, что для него разработан класс интерфейсных управляющих объектов, базирующийся на классе TreeView и обеспечивающий создание и модификацию структуры динамической модели и информационного наполнения документа, по изменению текущего состояния динамической модели и по просмотру информационного наполнения документа в контексте текущего состояния. Это позволит реализовать предложенные модель (п. 2) и метод (п. 3) (свид. № 2007613614 об официальной регистрации программы для ЭВМ).

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ДИССЕРТАЦИИ ОПУБЛИКОВАНЫ В РАБОТАХ

В рецензируемых журналах из списка ВАК

1. Концепция динамических XML-документов / В. В. Миронов, Г. Р. Шакирова // Вестник УГАТУ. 2006. Т.8, №2 (18). С. 58–63.
2. Интерпретация XML-документов со встроенной динамической моделью / В. В.Миронов, Г. Р.Шакирова // Вестник УГАТУ. 2007. Т.9, №2 (20). С. 88–97.
3. Программно-инструментальное средство для создания и ведения динамических XML-документов / В. В. Миронов, Г. Р. Шакирова // Вестник УГАТУ. 2007. Т.9, №5 (23). С. 54–63.

В других изданиях

4. Динамические XML-документы / В. В. Миронов, Г. Р. Шакирова // Интеллектуальные системы обработки информации и управления : сб. ст. регион. зимней шк.-сем. аспирантов и молодых ученых, 16–19 февраля 2006 г. Уфа : Технология, 2006. Т. 2. С. 256–261.
5. Инструментарий администрирования XML-документов со встроенной динамической моделью / В. В. Миронов, Г. Р. Шакирова // Высокие технологии, фундаментальные и прикладные исследования, образование : сб. тр. 4-й междунар. науч.-практ. конф. «Исследование, разработка и применение высоких технологий в промышленности», 02–05 ноября 2007 г., Санкт-Петербург. СПб. : Изд-во Политехн. ун-та, 2007. Т. 11. С. 121–122.
6. Программная реализация динамических XML-документов / Г. Р. Шакирова // Интеллектуальные системы обработки информации и управления : сб. ст. 2-й регион. зимней шк.-сем. аспирантов и молодых ученых, 13–17 февраля 2007 г. Уфа : Технология, 2007. Т.1. С. 106–111.
7. Организация структурной модели динамического XML-документа / Г.Р.Шакирова // Мавлютовские чтения : Всерос. молодеж. конф : сб. тр. Уфа : УГАТУ, 2007. Т. 3. С.115–116.
8. Инструментарий администрирования динамических XML-документов / В. В. Миронов, Г. Р. Шакирова // Тр. междунар. конф. компьют. наук и информ. техн. (CSIT'2007). Красноустьинск ; Уфа, 2007. Т.1. С. 73–77. (Ст. на англ. яз.).
9. Динамические XML-документы: концепция разработки и применения в юридической сфере / В. В. Миронов, Г. Р. Шакирова // Тр. междунар. конф. компьют. наук и информ. техн. (CSIT'2006). Карлсруэ, Германия, 2006. Т. 1. С. 68–72. (Ст. на англ. яз.).
10. Свид. об офиц. рег. программы для ЭВМ №2007613614. Инструментально-программное средство «XML-DD Manager» для создания и ведения динамических XML-документов / В.В.Миронов, Г.Р.Шакирова. М. : Роспатент, 2007.
11. Свид. об офиц. рег. программы для ЭВМ №2008610109 . XSD-схема встроенной модели динамического XML-документа / В.В.Миронов, Г.Р.Шакирова. М. : Роспатент, 2008.

ШАКИРОВА Гульнара Равилевна

ЭЛЕКТРОННЫЕ ДОКУМЕНТЫ
СО ВСТРОЕННОЙ ДИНАМИЧЕСКОЙ МОДЕЛЬЮ
НА ОСНОВЕ XML

Специальность 05.13.11
«Математическое и программное обеспечение
вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей»

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Подписано к печати __. __. __. Формат 60x84 1/16.
Бумага офсетная. Печать плоская. Гарнитура Таймс.
Усл. печ. л. 1,0. Усл. кр. – отт. 1,0. Уч.-изд. л. 1,9.
Тираж 100 экз. Заказ № 550.

ГОУ ВПО Уфимский государственный авиационный технический университет
Центр оперативной полиграфии
450000, Уфа-центр, ул. К.Маркса,12