

УДК 681.51.01(035.5)

В. В. МИРОНОВ, Т. А. ГАРИФУЛЛИН

## ДИНАМИЧЕСКИЕ ЭЛЕКТРОННЫЕ ДОКУМЕНТЫ

Предлагается концепция динамических электронных документов, в которых предусмотрены встроенные динамические модели, управляющие процессами их создания и применения. Обсуждаются возможности реализации динамических документов в среде Word и XML. *Электронные документы; дискретные динамические модели; документооборот; документы Word; XML-документы*

## ВВЕДЕНИЕ

Автоматизированные системы организационного управления характеризуются сложным документооборотом, включающим большое количество взаимосвязанных электронных и бумажных документов, которые создаются и используются в процессе функционирования системы большим количеством людей. Будучи не столь сильно структурированным, как базы данных, «документное обеспечение» хорошо организованных бюрократических систем, тем не менее, характеризуется значительной типизацией используемых документов, строгими правилами и ограничениями на их состав, структуру, взаимосвязь, составление, использование. Разработчики системных проектов организационных АСУ предпринимают значительные усилия для построения и увязки моделей как документооборота в целом, так и отдельных документов (состава, процессов создания, согласования, утверждения документа, использования его на различных этапах организационного управления).

Традиционная бумажная организация документооборота характеризовалась естественным разделением собственно документов и моделей их построения и использования. С появлением компьютерных технологий стали создаваться инструментальные среды для разработки, пересылки, модификации и просмотра электронных документов и создания на их основе бумажных копий. Возникли компьютерные приложения, создающие документы на основе информации из баз данных. Появились возможности создания

бланков электронных документов (как, например, в Microsoft Word, Lotus Notes и др.) или схем (как в технологии XML), позволяющих задавать и контролировать их состав, структуру и ограничения.<sup>1</sup> Тем не менее ситуация, когда модель создания и использования документа отделена от самого документа, существует вне него, сохраняется до сих пор.

Подобная ситуация, когда документы сначала создаются, а лишь затем (возможно) проверяются на соответствие требованиям и ограничениям, порождает известную проблему целостности.

В данной статье выдвигается и развивается идея динамических документов, содержащих встроенные модели своего создания и использования в составе общего документооборота организационной системы.

1. КОНЦЕПЦИЯ  
ДИНАМИЧЕСКОГО ДОКУМЕНТА

Под динамическим документом здесь понимается документ, который содержит встроенную динамическую модель своего создания и использования.

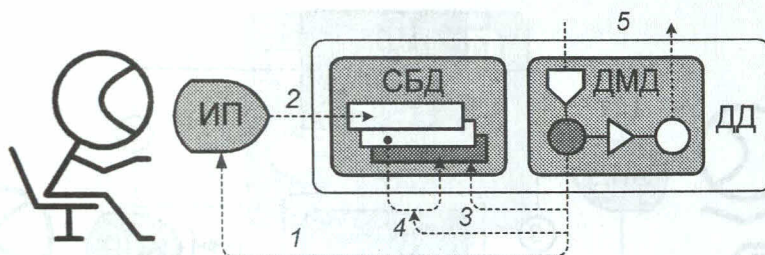
Динамическая модель<sup>2</sup> относится к классу дискретно-событийных моделей и может быть реализована в форме диаграмм переходов, сетей Петри или разрабатываемых в УГАТУ в течение ряда лет иерархических ситуационных моделей (см., например, [3]).

Независимо от формы реализации, динамическая модель задает совокупность состояний (ситуаций), в которых могут находиться процессы создания и использования документа, совокупность возможных переходов состо-

<sup>1</sup>В УГАТУ вопросы моделирования электронного документооборота исследовались в работах Г. Г. Куликова, А. В. Речкалова, А. Н. Набатова, Л. Р. Черняховской, Е. Б. Старцевой, Н. О. Никулиной и др. [1, 2].

<sup>2</sup>Термин «динамическая модель» используется здесь в соответствии с методологией структурного анализа и проектирования SADT (см., например, [1]).





**Рис. 1.** Применение динамической модели документа: ДД — динамический документ; СБД — содержательная база документа; ДМД — динамическая модель документа; ИП — интерфейс пользователя; 1 — контроль текущего состояния ДД; 2 — доступ к определенным фрагментам СБД в соответствии с текущим состоянием; 3 — блокирование модификации определенных фрагментов СБД; 4 — автоматическое заполнение фрагментов СБД; 5 — связь с ДМД других документов для объединения в комплекс

яний и ассоциированных с ними правил обнаружения переходов и выполняемых при этом действий.

В соответствии с жизненным циклом динамическую модель документа можно разделить на субмодель создания и субмодель использования документа. Первая задаст как, при каких условиях, в какой последовательности создаются те или иные фрагменты документа, как они согласовываются, корректируются (при необходимости), утверждаются. На основе каких исходных документов создается данный документ, какие реквизиты исходных документов наследуются, а какие создаются, кем принимаются решения и с кем они согласовываются. Вторая — субмодель использования — определяет, в какое подразделение, кому и когда должен поступить документ, что с ним должны сделать, кого ознакомить, какие решения должны приниматься на основании документа и т. п.

Использование динамической модели в составе динамического документа иллюстрируется на рис. 1. Текущее состояние динамической модели задает контекст состояния самого документа и может обеспечивать следующие функции при работе пользователя с документом:

- предоставлять пользователю возможность контроля текущего состояния документа с различной степенью укрупнения (степень его готовности или этапы его использования);
- предоставлять пользователю доступ к определенным фрагментам содержательной базы документа в соответствии с текущим этапом разработки или использования документа;
- блокировать возможность модификации определенных фрагментов содержательной базы документа в соответствии с текущим этапом разработки или использования документа;

- автоматически заполнять фрагменты содержательной базы документа на основе данных этого или другого документа при наступлении определенных событий;

- связывать документ с другими документами для объединения их в комплекс.

Концепция применения динамического документа иллюстрируется на рис. 2 для трех пользовательских ролей:

- исполнителя документа (ИД), отвечающего за наполнение документа конкретным содержанием;
- распорядителя документа (РД), накладывающего на документ резолюции различного рода (утверждение, согласование, отправка на доработку и т. п.);
- потребителя документа (ПД), просматривающего документ (для ознакомления, анализа, принятия управленческих решений и т. п.).

Собственно динамический документ (ДД) включает две составляющие:

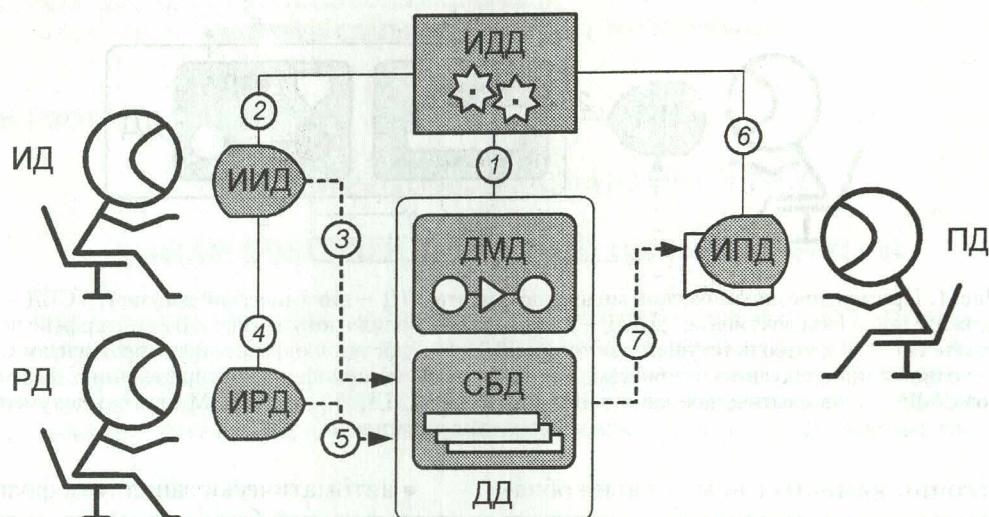
- содержательную базу документа (СБД), представляющую собой упорядоченную совокупность фрагментов информации (текстовых, графических, мультимедийных и т. п.);

- динамическую модель документа (ДМД), задающую совокупность возможных состояний документа, условий переходов состояний, требований и ограничений на содержательную базу документа в контексте текущего состояния. В свою очередь, динамическая модель включает две составляющие:

- исходную динамическую модель, которая создается разработчиком структуры документа (класса документов) на подготовительном этапе и которая задает всю совокупность возможных ситуаций и переходов между ними;

- модель текущего состояния, которая строится для конкретного документа в ходе его жизненного цикла и которая указывает на





**Рис. 2.** Интерпретация динамического документа: ДД — динамический документ; СБД — содержательная база документа; ДМД — динамическая модель документа; ИДД — интерпретатор динамического документа; ИИД — интерфейс исполнителя документа; ИРД — интерфейс распорядителя документа; ИПД — интерфейс потребителя документа; ИД — исполнитель документа; ПД — распорядитель документа; ПД — потребитель документа; 1 — ИДД контролирует текущее состояние ДМД; 2 — в соответствии с текущим состоянием ИДД предоставляет ИД интерфейс (ИИД) для модификации определенных фрагментов СБД; 3 — ИД через ИИД модифицирует (заполняет, изменяет, удаляет) содержимое СБД, в ответ на это ИДД приводит в соответствие текущее состояние ДМД; 4 — в соответствии с текущим состоянием ИДД предоставляет РД интерфейс (ИРД) для внесения резолюций по документу; 5 — РД через ИРД вносит резолюции в определенные фрагменты СБД, в ответ на это ИДД приводит в соответствие текущее состояние ДМД; 6 — в соответствии с текущим состоянием ИДД предоставляет ПД интерфейс (ИПД) для просмотра определенных фрагментов СБД; 7 — ПД через ИПД просматривает содержимое СБД в определенной (удобной или допустимой) форме

состояние документа в текущий момент времени.

Работа с документом осуществляется с помощью интерпретатора динамического документа (ИДД), который обеспечивает:

- контроль текущего состояния документа и корректировку текущего состояния в соответствии с изменениями, вносимыми в документ;
- организацию доступа пользователей к документу для его просмотра и изменения в контексте текущего состояния.

Для выполнения последней функции интерпретатор предоставляет пользователю набор интерфейсов контекстного доступа к содержательной базе документа. Так, например, на рис. 2 приведены:

- ИИД — интерфейс исполнителя документа, позволяющий лицам, наполняющим документ конкретной информацией, вносить, удалять, изменять определенные фрагменты содержательной базы документа. Возможности доступа к содержательной базе и ограничения на ее изменение устанавливаются в контексте текущего состояния документа, в ответ на эти действия может изменяться текущее состояние динамической модели;

- ИРД — интерфейс распорядителя документа, позволяющий лицам, отвечающим за содержание документа, накладывать на него соответствующие резолюции, сохраняемые в содержательной базе. Как и в предыдущем случае, возможности и ограничения на выполнение этих действий устанавливаются в контексте текущего состояния документа, а в ответ на действия может изменяться текущее состояние динамической модели;

- ИПД — интерфейс потребителя документа, позволяющий лицам, использующим документ в своей деятельности, просматривать его содержимое. Содержимое предоставляется в определенном составе и формате, которые удобны или допустимы для пользователя данной категории, в контексте текущего состояния документа. Факт ознакомления данного пользователя с тем или иным содержанием документа может отражаться в виде изменения его текущего состояния.

## 2. КОМПЛЕКСЫ ДИНАМИЧЕСКИХ ДОКУМЕНТОВ

На практике информационное обеспечение автоматизированных систем включает комплексы взаимосвязанных документов. До-



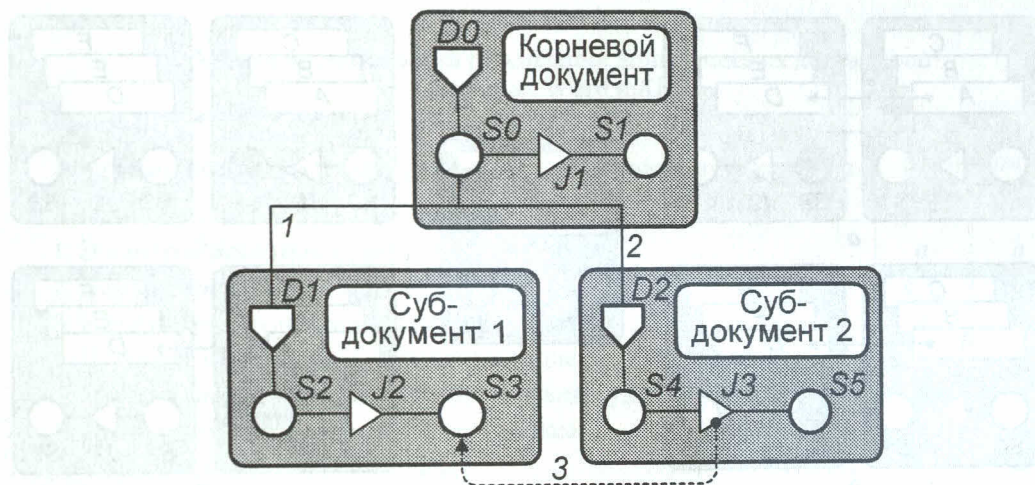


Рис. 3. Комплекс динамических документов: динамические модели субдокументов представляют собой субмодели распределенной динамической модели, начинающейся в корневом документе; междокументные связи обеспечивают увязку субдокументов в комплекс (1, 2), проверку текущего состояния одного субдокумента из другого (3)

Документы, входящие в комплекс, могут иметь общие фрагменты и состоять между собой в отношениях типа «часть–целое», «родитель–ребенок», «исходный–порожденный» и др. В связи с этим помимо динамических моделей отдельных документов необходима динамическая модель комплекса в целом.

Предлагается следующая схема увязки динамических документов в комплекс (рис. 3):

- предусматривается один корневой документ, соответствующий комплексу в целом. Динамическая модель корневого документа соответствует укрупненной модели комплекса;

- остальные документы комплекса (субдокументы) выстраиваются в иерархию таким образом, что внутренняя динамическая модель субдокумента нижестоящего уровня выступает в роли субмодели некоторого состояния динамической модели вышестоящего уровня.

Таким образом, совокупность динамических моделей отдельных документов составляет глобальную динамическую модель комплекса. Субдокументы, привязанные к одному состоянию (ситуации) модели вышестоящего документа, соответствуют группе одновременно или параллельно создаваемых или используемых документов. Субдокументы, привязанные к смежным состояниям (ситуациям) модели, соответствуют переходу от создания или использования одной группы документов к другой.

Документы, составляющие в комплекс, могут быть связаны друг с другом связями двоякого рода. Во-первых, связями, обеспечивающими присоединение к состоянию модели ее субмоделей. Во-вторых, связями, обеспечивающими проверку текущего состояния одного документа из другого с целью синхронизации некоторых действий.

### 3. ЦЕЛОСТНОСТЬ ДИНАМИЧЕСКИХ ДОКУМЕНТОВ

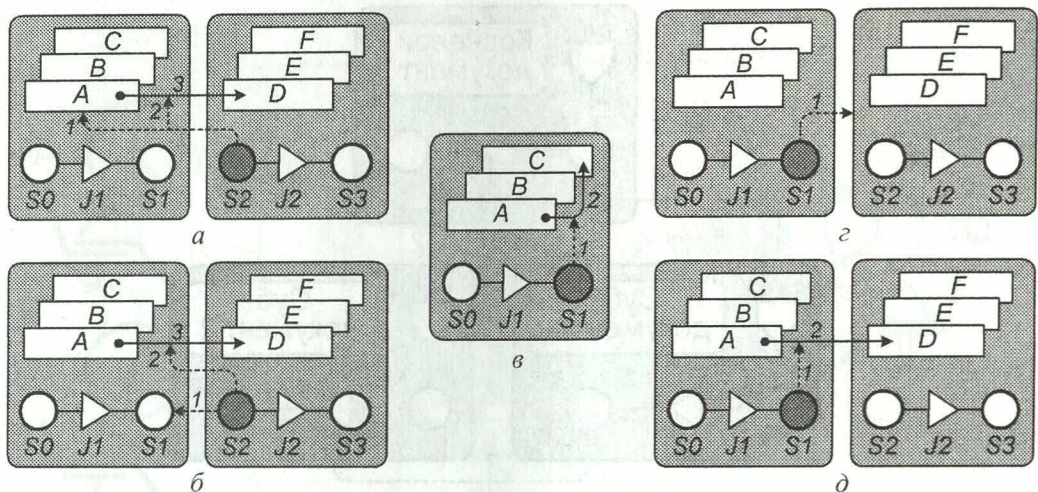
Часто требуется, чтобы отдельные фрагменты, принадлежащие одному или нескольким документам, были согласованы, например, были одинаковыми; в этом смысле можно говорить о целостности документов.<sup>1</sup> Динамическая модель документа (комплекса) может быть использована для обеспечения целостности.

На рис. 4 иллюстрируется обеспечение целостности документов на основе их динамических моделей. Динамические модели позволяют организовать:

- проверку содержимого некоторого фрагмента в определенном документе и копирование его в текущий документ;
- проверку текущего состояния определенного документа и копирование его некоторого фрагмента в текущий документ;
- копирование одного фрагмента в другой в пределах одного документа при переходе его в определенное состояние;

<sup>1</sup>Очевидная аналогия с понятием целостности (integrity) в базах данных.





**Рис. 4.** Обеспечение целостности документов на основе динамических моделей: а — копирование фрагмента из другого (левого) документа, когда исходный (правый) документ в текущем состоянии S2 проверяет (1) наличие фрагмента A и запускает (2) копирование (3) в фрагмент D; б — то же, когда исходный (правый) документ в текущем состоянии S2 проверяет (1), что состояние S1 является текущим в левом документе, и запускает (2) копирование (3) в фрагмент D; в — копирование фрагмента в пределах одного документа, когда в некотором текущем состоянии S1 запускается (1) копирование (2) фрагмента A в фрагмент C; г — создание (1) другого (правого) документа, когда исходный (левый) документ переходит в состояние S1; д — копирование (1, 2) фрагмента A в другой (правый) документ при переходе исходного (левого) в состояние S1

- создание нового документа при переходе текущего документа в определенное состояние;
- копирование некоторого фрагмента текущего документа в другой документ при переходе текущего документа в определенное состояние.

Аналогичным образом может быть организована реакция поддержания целостности при модификации и удалении определенных фрагментов.

#### 4. ВОЗМОЖНОСТИ ПРАКТИЧЕСКОЙ РЕАЛИЗАЦИИ ДИНАМИЧЕСКИХ ДОКУМЕНТОВ

Практическая реализация рассмотренной выше концепции динамических документов возможна двумя путями:

- путем создания специальной СУДД — системы (или инструментальной среды) управления динамическими документами<sup>1</sup>;
- на базе существующих систем компьютерного создания и обработки документов. Здесь рассматривается второй путь.

В этом плане были проанализированы возможности реализации динамических документов на базе двух популярных платформ:

- текстового процессора Microsoft Word;
- семейства технологий XML<sup>2</sup>.

При такой реализации динамические документы представляются в форме Word- или XML-документов и для их интерпретации используются функциональные возможности соответствующих платформ. В случае Word — это возможности мощного текстового процессора и языка программирования VBA, а в случае XML — возможности обработки и преобразования XML-документа с помощью сопутствующих инструментальных сред и языков, таких как DOM, XSLT и др. Результаты анализа приведены в таблице.

При реализации на платформе Word [4] внешнее представление динамической модели может быть реализовано в виде совокупности макросов, каждый из которых соответствует определенному элементу модели. Память текущего состояния, сохраняющая информацию о текущем состоянии документа между сеансами его использования, может быть реализована на основе полей или специальных фрагментов документа; альтернативное решение — использовать базу данных (например, Access, которая хорошо совместима с Word), ассоциированную с документом по общему имени.

<sup>1</sup>По аналогии с СУБД — системами управления базами данных.

<sup>2</sup>XML — язык разметки для документов Web, дополненный комплексом базирующихся на нем языков для описания связей, структуры, преобразования документов и т. п. (см., например, [5]).



Таблица

**Анализ возможностей реализации динамических документов  
в средах Word и XML**

Функции, необходимые при реализации динамического документа	Возможность реализации	
	Word	XML
1. Элементы исходной модели .....	а	а
2. Память текущего состояния .....	а, б	а
3. Интерпретатор динамического документа .....	а	а
4. Проверка фрагментов (на существование, на содержимое) .....	а	а
5. Манипулирование фрагментами (создание, удаление, изменение)	а	а
6. Связь с другими документами комплекса .....	а	а
7. Обработка других документов .....	а	а
8. Интерфейс пользователя:		
– контроль ввода пользователя .....	а	б
– защита фрагментов от просмотра .....	а	б
– защита фрагментов от модификации .....	а	б
– разные формы представления документа .....	а	а

## Примечания:

а – обеспечивается средствами платформы;

б – требует привлечения других средств.

Интерпретация динамического Word-документа может быть организована средствами процессора Word на основе объектной модели Word,<sup>1</sup> дающей доступ к фрагментам документа и позволяющей манипулировать ими. Эта же модель дает возможность загружать другие документы и манипулировать ими.

Процессор Word располагает развитыми возможностями создания пользовательского интерфейса, позволяющими создавать окна сообщений, окна ввода, простые и сложные диалоговые окна. Механизм пользовательских форм дает возможность отделять данные, доступные только для чтения, от данных, доступных для модификации.

Различные представления одного документа для различных категорий пользователей на различных этапах создания и применения документа могут быть достигнуты путем создания новых документов на основе исходного.

**При реализации на платформе XML [5, 6]** внешнее представление динамической модели может быть реализовано в виде иерархической разметки соответствующего фрагмента, выделенного в документе под память исход-

ной модели. Аналогичным образом память текущего состояния может быть реализована в виде разметки фрагмента, выделенного в документе для этой цели.

Интерпретация динамического XML-документа может быть организована некоторым внешним по отношению к документу приложением (интерпретатором) на основе объектной модели документа DOM,<sup>2</sup> дающей доступ к элементам этого или другого документа и позволяющей манипулировать ими.

Пользовательский интерфейс в этом случае также необходимо создавать во внешнем по отношению к документу приложении.

Различные представления одного документа могут быть достигнуты путем создания новых документов на основе исходного. Для этого XML-технология предлагает мощные средства трансформации документов — XSLT.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Разработанная концепция динамических документов предполагает встраивание в документ динамической модели и контроль ее текущего состояния, что позволит эффек-

<sup>1</sup>Word Object Model — иерархия ок. 190 взаимосвязанных объектов, задающая архитектуру, лежащую в основе Word и Word-документов (см., например, [4]).

<sup>2</sup>Document Object Model — модель представления XML-документов в терминах объектной парадигмы для манипулирования данными (см., например, [6]).



тивно управлять процессами создания и использования документов.

2. Введение междокументных связей позволяет увязать динамические документы в комплекс, в котором глобальная динамическая модель составлена из субмоделей отдельных документов.

3. Динамические модели документов (комплекса документов) могут быть использованы для поддержания целостности документов, выражающейся в согласованности содержимого определенных фрагментов.

4. Анализ возможностей текстового процессора Word и семейства технологий XML показал принципиальную возможность реализации концепции динамических документов на этих платформах. На этой основе в настоящее время проводится практическое воплощение изложенных выше принципов и положений.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Автоматизированное** проектирование информационно-управляющих систем. Системное моделирование предметной области / Г. Г. Куликов, А. К. Набатов, А. В. Речкалов. Уфа: УГАТУ, 1998. 104 с.
2. **Автоматизированное** проектирование информационно-управляющих систем. Проектирование экспертных систем на основе системного моделирования / Г. Г. Куликов, А. К. Набатов, А. В. Речкалов и др. Уфа: УГАТУ, 1999. 223 с.
3. **Миронов В. В., Ситчихин А. Н., Ахметшин Р. Ф.** Объектно-реляционная реализа-

ция иерархических ситуационных моделей в вычислительной среде // Вестник УГАТУ. 2001. № 1 (3). С. 185–189.

4. **Харт-Девис Г.** Word 2000. Руководство разработчика / Пер. с англ. К.: Изд. группа BHV, 2000. 944 с.
5. **Миронов В. В., Юсупова Н. И.** XML-технологии в базах данных. Введение: Учеб. пособие. Уфа: УГАТУ, 2004. 182 с.
6. **Кэй М.** XSLT. Справочник программиста / Пер. с англ. СПб.: Символ-Плюс, 2002. 1016 с.

#### ОБ АВТОРАХ



**Миронов Валерий Викторович**, проф. каф. автоматизированных систем управления. Дипл. радиофизик (Воронежский гос. ун-т, 1975). Д-р техн. наук по управлению в технических системах (УГАТУ, 1995). Исследования в обл. моделей критических ситуаций и ситуационного управления.



**Гарифуллин Тимур Артурович**, аспирант той же кафедры. Дипл. инж. в области обработки информации и управления (УГАТУ, 2003). Работает над диссертацией об иерархических ситуационных моделях динамических документов.

*Сигнальная информация*



### **В. В. Миронов, Н. И. Юсупова** **XML-технологии в базах данных. Введение**

Учеб. пособие. Уфа: УГАТУ, 2004. 182 с.

(Серия «Computer Science в УГАТУ»)

Рецензенты: Д-р техн. наук, проф. **В. Е. Гвоздев**;

канд. техн. наук, доц. **С. М. Ибатуллина**

Рекомендовано учебно-методическим объединением вузов по образованию в области прикладной информатики в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности 351400 «Прикладная информатика (по областям)» и другим междисциплинарным специальностям