

Композиционная модель и способ построения функционально-ориентированных информационных ресурсов информационно-управляющих систем*

И.И. Чукляев <smolrsu@mail.ru>

*Военная академия войсковой противовоздушной обороны
Вооруженных Сил Российской Федерации
имени Маршала Советского Союза А.М.Василевского,
214027, Россия, г. Смоленск, ул. Котовского, 2.*

Аннотация. В статье представлена композиционная модель функционально-ориентированных информационных ресурсов информационно-управляющих систем, а также способ построения этой модели. Предлагаемая модель и способ построения функционально-ориентированных информационных ресурсов обеспечивают расширенные возможности по созданию перспективных средств защиты информационно-управляющих систем, ориентированных на комплексную защиту выполнения задач с учетом уровней управления сложных организационно-технических систем. Композиционная модель соответствует модели данных в не первой нормальной форме, образована функциональным комплексом данных и представляется в виде многоосновной алгебраической структуры, который отображает структуру, взаимосвязи, а также специфику операций манипулирования и обработки над сложно структурированными данными на различных уровнях управления информационно-управляющих систем. Способ построения функционально-ориентированных информационных ресурсов информационно-управляющих систем основан на дедуктивном методе построения аксиоматических теорий. Представлено формализованное описание функционально-ориентированных информационных ресурсов информационно-управляющих систем для решения задач различных уровней управления; функционального комплекса данных многоосновной алгебраической структуры композиционной модели; функциональных зависимостей и отношения, образующих систему аксиом композиционной модели. Показаны графические элементы, на которых отображено распределение компонентов подсистем информационно-управляющей системы на смежных уровнях управления; структурно-

* Исследование выполнено при поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 13-07-97518 и гранта Президента Российской Федерации № МК-3603.2014.10.

функциональная диаграмма взаимодействия компонентов информационно-управляющих систем, распределенных по уровням управления; структура композиционной модели функционально-ориентированных информационных ресурсов информационно-управляющей системы, представленная таблицей сложно структурированных данных в не первой нормальной форме; структурно-логическая схема способа построения композиционной модели функционально-ориентированных информационных ресурсов информационно-управляющих систем.

Ключевые слова: информационно-управляющая система; функционально-ориентированные информационные ресурсы.

DOI: 10.15514/ISPRAS-2016-28(2)-17

Для цитирования: Чукляев И.И. Композиционная модель и способ построения функционально-ориентированных информационных ресурсов информационно-управляющих систем. Труды ИСП РАН, том 28, вып. 2, 2016 г., стр. 259-270. DOI: 10.15514/ISPRAS-2016-28(2)-17

1. Введение

Интеграция информационно-телекоммуникационных технологий в сложных организационно-технических системах (ОТС) специального назначения актуализирует вопросы обеспечения их защищенности от несанкционированных внешних и/или внутренних воздействий дестабилизирующего характера (НСВ), заключающихся в разрушении, повреждении компонентов, модификации (искажении) данных ([1]), ведущих к нарушению выполнения задач управления.

В настоящее время предложены разнообразные методы и средства обеспечения защищенности ОТС и циркулирующих данных в условиях НСВ. Однако, как правило, они «локализованы» относительно отдельных совокупностей данных и процессов и не ориентированы на комплексную защиту выполнения задач с учетом уровней управления ОТС [2, 3].

Предлагается композиционная модель функционально-ориентированных информационных ресурсов (ФОИР) информационно-управляющих систем (ИУС), которая отображает структуру, взаимосвязи, а также специфику операций манипулирования и обработки функционального комплекса данных на различных уровнях управления информационно-управляющих систем, соответствующего модели данных в не первой нормальной форме (*non-first normal form – NFNF*). Предлагаемая модель и способ построения композиционной модели ФОИР ИУС обеспечивают расширенные возможности по созданию перспективных средств защиты ИУС, ориентированных на комплексную защиту выполнения задач с учетом уровней иерархии ОТС.

2. Функционально-ориентированные информационные ресурсы информационно-управляющих систем

Информационно-управляющая система включает функциональную, информационную, организационную и техническую подсистемы. Компоненты этих подсистем распределены по уровням управления ИУС. В табл. 1 показан пример распределения компонентов этих подсистем для смежных уровней управления ИУС[4].

Табл. 1. Пример распределения компонентов подсистем информационно-управляющей системы на смежных уровнях управления.

Table 1. An example of distribution of subsystem management information system's components on the adjacent levels of control.

Уровни управления ИУС	Подсистемы ИУС			
	Функциональная	Информационная	Организационная	Техническая
ИУС	Задачи управления <Функция>	Информационные потоки данных <IR>	Должностные лица органов управления <ДЛОУ>	Техническая основа <Механизм>
Уровень A_i	Задачи управления, реализуемые ДЛОУ <Функция ¹ _{nm} >	Информационные потоки <IR>, <Вход Функция ¹ _{nm} >, <Управление Функция ¹ _{nm} >, <Вызов Функция ¹ _{nm} >, <Выход Функция ¹ _{nm} >	Должностные лица органов управления <ДЛОУ _{bc} >	Средства автоматизации <СрАвт>
Уровень A_j	Задачи управления, реализуемые устройствами (аппаратурой) <Функция ³ _{nmkl} >	Показатели структуры <N _{IR} > информационных потоков данных, <Вход Функция ³ _{nmkl} >, <Управление Функция ³ _{nmkl} >, <Вызов Функция ³ _{nmkl} >, <Выход Функция ³ _{nmkl} >	Действия ДЛОУ <ДЛОУ _{bcd} >	Устройства (аппаратура) <Устройства>

На рис. 1 показана структурно-функциональная диаграмма взаимодействия компонентов подсистем ИУС, распределенных по уровням управления.

Функционально-ориентированные информационные ресурсы ИУС содержат многоаспектную информацию для выполнения всей совокупности задач управления ИУС и представляются в виде [5]:

$$\Phi OIP_{\text{ИНС}} = \{ \Phi OIP_{Ai} \} \triangleright \triangleleft \{ IR \} \triangleright \triangleleft \{ \text{Функция} \} \triangleright \triangleleft \{ \text{Право} \} \triangleright \triangleleft \{ \text{ДЛОУ} \} \triangleright \triangleleft \{ \text{Механизм} \} \triangleright \triangleleft \{ \text{Взаимосвязи} \} \triangleright \triangleleft \{ \text{Свойства} \} \triangleright \triangleleft \{ \text{Временные параметры} \};$$

Функционально-ориентированные информационные ресурсы для решения задач i -го уровня управления:

$$\begin{aligned} \Phi OIP_{Ai} = \{ \Phi OIP_{Aj} \} \triangleright \triangleleft \{ Вход_{Функция_{nm}^1} \} \triangleright \triangleleft \{ Управление_{Функция_{nm}^1} \} \triangleright \triangleleft \{ Вызов_{Функция_{nm}^1} \} \triangleright \triangleleft \{ Выход_{Функция_{nm}^1} \} \triangleright \triangleleft \\ \triangleright \triangleleft \{ Функция_{nm}^1 \} \triangleright \triangleleft \{ Право \} \triangleright \triangleleft \{ ДЛОУ_{bc} \} \triangleright \triangleleft \{ СрАвт \} \triangleright \triangleleft \{ Взаимосвязи \} \\ \triangleright \triangleleft \\ \triangleright \triangleleft \{ Свойства \} \triangleright \triangleleft \{ Временные параметры \}; \end{aligned}$$

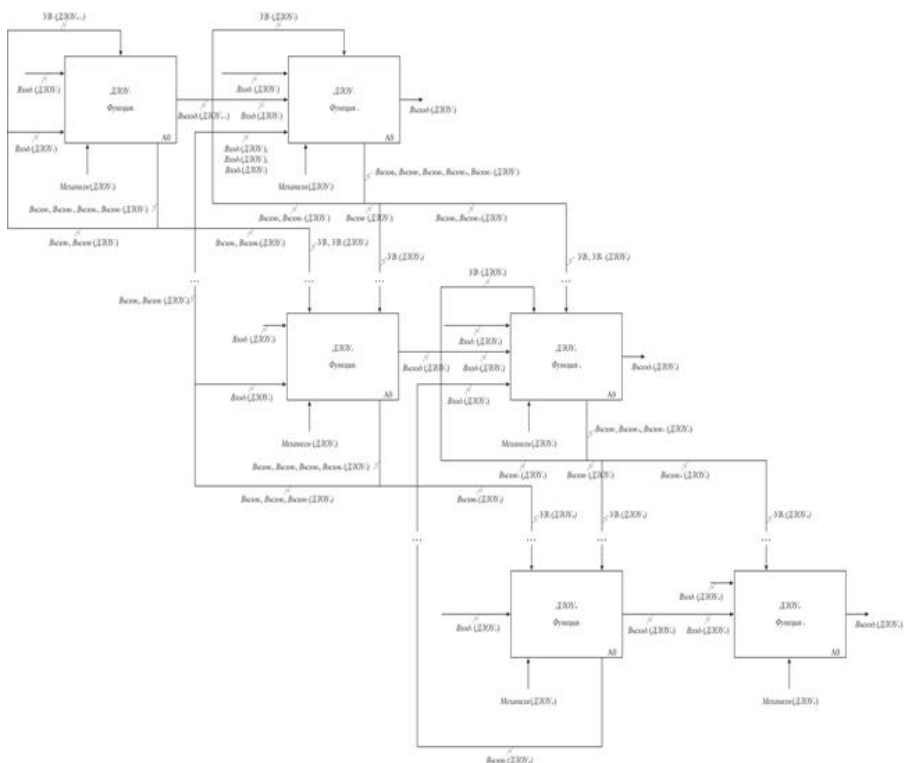


Рис. 1. Структурно-функциональная диаграмма информационно-управляющей системы.

Fig. 1. Structural and functional diagram of information and control system

Функционально-ориентированные информационные ресурсы для решения задач j -го уровня управления:

$$\begin{aligned} \Phi OIP_{Aj} = \{N_{IR}\} \triangleright \triangleleft \{ \text{Функция}_{nmkl}^3 \} \triangleright \triangleleft \{ \text{Право} \} \triangleright \triangleleft \{ \text{ДЛОУ}_{bcd} \} \triangleright \triangleleft \\ \{ \text{Устройства} \} \triangleright \triangleleft \\ \triangleright \triangleleft \{ \text{Взаимосвязи} \} \triangleright \triangleleft \{ \text{Свойства} \} \triangleright \triangleleft \{ \text{Временные параметры} \}, \end{aligned}$$

где	$\{ \Phi OIP_{IYC} \},$	–	функционально-ориентированные	
	$\{ \Phi OIP_{Ai} \},$		информационные ресурсы	ИУС
	$\{ \Phi OIP_{Aj} \}$		соответствующих уровней управления;	
	$\{ \text{Взаимосвязи} \}$	–	взаимосвязи функционально-ориентированных	
			информационных ресурсов	ИУС
			соответствующих уровней управления;	
	$\{ \text{Свойства} \}$	–	свойства защищенности, предъявляемые к	
			функционально-ориентированным	
			информационным ресурсам	ИУС
			соответствующих уровней управления;	
	$\{ \text{Временные}$	–	временные параметры, характеризующие	
	$\text{параметры} \}$		изменения показателей функционально-	
			ориентированных информационных ресурсов	
			ИУС соответствующих уровней управления;	
	$\triangleright \triangleleft$	–	операция агрегирования, характеризующая	
			объединение и укрупнение показателей	
			функционально-ориентированных	
			информационных ресурсов	ИУС
			соответствующих уровней управления.	

3. Композиционная модель функционально-ориентированных информационных ресурсов информационно-управляющих систем

Композиционная модель ФОИР ИУС включает в себя функциональный комплекс данных и представляется в виде многоосновной алгебраической структуры с учетом уровней управления ИУС:

$$\langle D_1, D_2, \dots, D_n; R; \Sigma \rangle,$$

где $D_1, D_2, \dots, D_n$ – заданные множества (остовы) данных, соответствующих уровням управления

R	–	функционально-ориентированных информационных ресурсов ИУС;
		конечный набор функций функционально-ориентированных информационных ресурсов ИУС, определенных на $D_1, D_2, \dots, D_n$ (характеристика структуры);
Σ	–	ограничительные условия, накладываемые на множества $D_1, D_2, \dots, D_n$ и функции данных из R .

Для формирования остовов $D_1, D_2, \dots, D_n$, характеристик структуры R и ограничительных условий Σ требуется:

выполнить анализ показателей ФОИР ИУС и определить имена, цепи, схемы, ранг;

построить граф N -дерева и таблицы в не первой нормальной форме ФОИР ИУС; выявить F -зависимости и FD -отношение, сегментировать «файлами» функциональные схемы произвольных порядков композиционной модели ФОИР ИУС.

Структура ФОИР ИУС является остовами $D_1, D_2, \dots, D_n$ композиционной модели ФОИР ИУС, а их значения определяют структуру типовых характеристик R . Формализованное описание остовов $D_1, D_2, \dots, D_n$ композиционной модели ФОИР ИУС представлено функциональными схемами FSh произвольных порядков.

Сегментирование «файлами» ($B_{ИУС}^1, \dots, B_{Ai}^i, \dots, B_{Aj}^j$) функциональные схемы FSh произвольных порядков в структуре композиционной модели ФОИР ИУС позволяет идентифицировать ФОИР различных уровней управления количественно (в виде экземпляров).

Выявленные F -зависимости ФОИР ИУС уровней управления, образующие FD -отношение ФОИР ИУС, обобщены в систему аксиом Σ :

$$\Sigma = \left\{ \begin{array}{l} FD_1 : \text{Функция} \xrightarrow{B_{ИУС}^1} IR_{\text{Функция}}, \text{Функция} \xrightarrow{B_{ИУС}^1} ДЛОУ, \text{Функция} \xrightarrow{B_{ИУС}^1} \text{Механизм}, \\ FD_2 : \text{Функция} \xrightarrow{B_{ИУС}^1} \text{Механизм}; \\ FD_3 : (\text{Функция} \cup \text{Механизм}) \xrightarrow{B_{ИУС}^1} (IR_{\text{Функция}} \cup \text{Механизм}) \xrightarrow{B_{ИУС}^1} (ДЛОУ \cup \text{Механизм}). \end{array} \right.$$

Функциональный комплекс данных композиционной модели ФОИР ИУС, структура которой показана на рис. 2, представляется в виде:

$ФКД_{\text{ФОИР ИУС}} =$
 (ФОИР ИУС)

```

    {(Наименование экз.: число, ФОИР  $A_i$ 
      {(Наименование экз.: число, ФОИР  $A_j$ : значение
        })
      });
  Σ
).
```

```

ФОИР ИУС =
(ФОИР ИУС
  {(Функция
    {(Наименование экз.: число,  $FSh_{\text{функция}}$ : значение
      })
    IR
    {(Наименование экз.: число,  $FSh_{IR}$ : значение
      })
    ДЛОУ
    {(Наименование экз.: число,  $FSh_{\text{ДЛОУ}}$ : значение
      })
    Механизм
    {(Наименование экз.: число,  $FSh_{\text{Механизм}}$ : значение
      })
    })
).
```

4. Способ построения композиционной модели функционально-ориентированных информационных ресурсов информационно-управляющих систем

Предлагаемый способ (рис. 3) основан на дедуктивном методе построения аксиоматических теорий ([6]) и позволяет построить композиционную модель ФОИР ИУС, отображающую структуру, взаимосвязи, а также специфику операций манипулирования и обработки над сложно структурированными данными ([7-9]) на различных уровнях управления ИУС, соответствующими модели данных в не первой нормальной форме.

5. Заключение

В качестве основы для средств защиты ИУС выступают ФОИР ИУС, структуру которых составляет функциональный комплекс данных многоосновной

алгебраической структуры, организованные для выполнения задач ИУС с учетом уровней управления.

Комплексная защита выполнения задач ИУС с учетом уровней управления является перспективным направлением создания современных средств защиты ОТС.

N экземпляров	Функционально-ориентированные информационные ресурсы ИУС, B'_{IUC}					
	...					
	NMK экземпляров	Функционально-ориентированные информационные ресурсы ИУС уровня управления A_i, B'_{A_i}				
		...				
		$NMKL$ экземпляров	Функционально-ориентированные информационные ресурсы ИУС уровня управления A_i, B'_{A_i}			
			Функциональная составляющая	Структурная составляющая		
$B'_{\text{функциональная}}$			B'_{A_i}	$B'_{\text{структурная}}$	$B'_{\text{структурная}}$	

Рис. 2. Структура композиционной модели функционально-ориентированных информационных ресурсов информационно-управляющей системы, представленная таблицей сложно структурированных данных в не первой нормальной форме.

Fig. 2. The structure of the composite model for function-oriented information resources of information and control system presented by table of complexly structured data is not the first normal form.

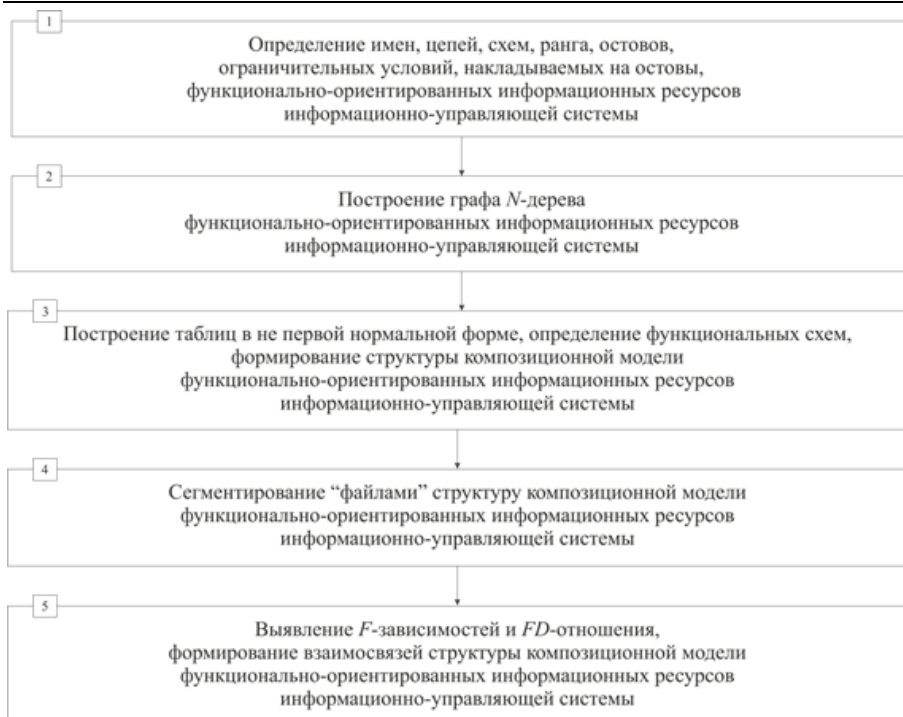


Рис. 3. Структурно-логическая схема способа построения композиционной модели функционально-ориентированных информационных ресурсов информационно-управляющих систем.

Fig. 3. Structural and logical scheme for the method to build a composite model of functional-oriented information resources of information and control systems.

Предлагаемая композиционная модель ФОИР ИУС отображает структуру, взаимосвязи, а также специфику операций манипулирования и обработки над сложно структурированными данными на различных уровнях управления информационно-управляющих систем, соответствующими модели данных в не первой нормальной форме.

Использование данной модели позволит расширить возможности по созданию и внедрению перспективных средств защиты ИУС, ориентированных на комплексную защиту выполнения задач сложных ОТС.

Список литературы

- [1]. Руководящий документ Гостехкомиссии России от 30.03.1992 г. «Защита от несанкционированного доступа к информации. Термины и определения». 5 с.

- [2]. А.В. Морозов, В.В. Борисов, И.И. Чукляев. Вычислительные системы: теоретическое обобщение, развитие, практические результаты. Монография. Смоленск: ВА ВПВО ВС РФ. Издательство «Смоленская городская типография». 2013. 448 с.
- [3]. И.И. Чукляев. Теоретическое обобщение предметной области «информационная безопасность». Тенденции развития методов и средств. М.: ОАО «Концерн «Системпром». Статья. В кн.: Научно-технический сборник ОАО «Концерн «Системпром». Вып. № 1(6)-2015, 2015. С. 471-486.
- [4]. И.И. Чукляев. Информационно-управляющая система в условиях многоуровневого функционально-ориентированного информационного конфликта и подавления. Смоленск: ВА ВПВО ВС РФ. Статья. В кн.: Научно-технический сборник «Вестник войсковой ПВО». Вып. № 13, 2015. С. 183-189.
- [5]. И.И. Чукляев. Метод и модели управления рисками защищенности в информационно-управляющих системах. М.: ОАО «Концерн «Моринформсистема-Агат». Статья. В кн.: Научно-технический сборник ОАО «Вычислительные системы реального времени и цифровые устройства». Вып. № 9, 2015. С. 14-33.
- [6]. Е.П. Емельченков. Базы данных. Современных подход. Смоленск: ВА ВПВО ВС РФ. 2010. 59 с.
- [7]. Е.П. Емельченков, Ю.С. Маленин. О функциональном подходе в теории баз данных. Смоленск: СГПУ. Деп. в ВИНТИ № 6046-84. 1984. 29 с.
- [8]. Ye. Yemelchenkov, M. Tsalenko Functional dependencies in hierarchical Structures of Data. // Lect. notes in Compute Sciense. Berlin, 1991. V. 495. P. 258-275.
- [9]. Е.П. Емельченков, Н.А. Левин О моделировании сложных предметных областей. // Проблемы и методы информатики. II Научная сессия ИПИ РАН. Тез. докл. / под ред. И. Соколова. М., ИПИ РАН. 2005. С. 89-91.

Composition model and method of creation of functionally-oriented information resources

I. Chucklyaev <smolrsu@mail.ru>

Military academy of army antiaircraft defense

Armed forces of the Russian Federation,

2 Kotovskiy Str., Smolensk, 214027, Russian Federation

Abstract. In the paper the composition model of functionally oriented informational resources is provided as well as the method for creating this model. The composition model and method of functionally oriented informational resources provide enhanced features on creation of informational security systems. The composition model corresponds to a data model in not the first normal form, is formed by the functional complex of data and is presented in the form of polybasic algebraic structure which displays structure, correlations, and also specifics of operations of handling and processing over difficult structured data. The method of creation of function-oriented information resources is based on a deductive method of creation of axiomatic theories. The formalized description of function-oriented information resources is provided; the functional complex of data of polybasic algebraic structure of composition

model; the functional dependences and the relation forming system of axioms of composition model. Graphic elements on which it is displayed components of subsystems are shown; structurally functional chart of component interaction of levels of control; the structure of composition model of function-oriented information resources provided by the table of difficult structured data in not the first normal form; structural logic circuit of a method of creation of composition model of function-oriented information resources.

Keywords: management informational system; composition model; functionally oriented informational resources.

DOI: 10.15514/ISPRAS-2016-28(2)-17

For citation: Chucklyaev I. Composition model and method of creation of functionally-oriented information resources. *Trudy ISP RAN/Proc. ISP RAS*, vol. 28, issue 2, 2016, pp. 259-270 (in Russian). DOI: 10.15514/ISPRAS-2016-28(2)-17

References

- [1]. Rukovodyashiy document Gostehkomissii Russian Federation [The leading document of Gostehcomissia of Russia]. «Zashita ot nesancionorovannogo dostupa k informacii. Termini I opredeleniya» [Protection against illegal access to information. Terms and determination], 1992. 5 p. (in Russian).
- [2]. A.V. Morozov, V.V. Borisov, I.I. Chucklyaev. [Computing systems: theoretical generalization, development, practical results]. *Monografiya*. Smolensk, Air defense of Military academy, 2013. 448 p. (in Russian).
- [3]. I.I. Chucklyaev. [Theoretical generalization of data domain "information security". Tendencies of development of methods and means]. Moscow, Konzern «Systemprom» Publ., 2015, volume 1(6)-2015, pp. 471-486 (in Russian).
- [4]. I.I. Chucklyaev. [Management information system in the conditions of the multi-level function-oriented information conflict and suppression]. Smolensk, Air defense of Military academy, Vestnik PVO [Messenger army air defense], 2015, volume 13, pp. 183-189 (in Russian).
- [5]. I.I. Chucklyaev. [Method and models of risk management of security in management information systems]. Moscow, Konzern «Morinformsistema-Agat» Publ., 2015, volume 9, pp. 14-33 (in Russian).
- [6]. E.P. Emelchenkov. [Databases. The modern approach]. *Monografiya*. Smolensk, Air defense of Military academy, 2010. 59 p. (in Russian).
- [7]. E.P. Emelchenkov, Yu.S. Malein. [About the functional approach in the database theory]. Smolensk, SGPU, VINITI [VINITI], 1984, volume 6046-84, 29 p. (in Russian).
- [8]. Ye. Yemelchenkov, M. Tsalenko. Functional dependencies in hierarchical Structures of Data. *Lect. notes in Compute Sciense*. Berlin, 1991. V. 495. P. 258-275.
- [9]. E.P. Emelchenkov, N.A. Levin. [About simulation of difficult data domains]. *Problemi I metodi informatiki. II Nauchnaya sessia IPI RAN. Tez. dokl.* Moscow, IPI RAN Publ., 2005, pp. 89-91 (in Russian).