

Ю. П. МУХА, И. Ю. КОРОЛЕВА, А. Д. КОРОЛЕВ, Д. В. ТИТОВ

## СИНТЕЗ СТРУКТУРЫ ГИБКОГО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО ИНТЕРФЕЙСА ДЛЯ СИСТЕМ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ

Рассмотрены проблемы передачи информации, полученной при помощи систем технического зрения, предложен способ решения этих проблем путем применения гибкого интеллектуального интерфейса (ГИИ). Формализована работа ГИИ при помощи теории категорий.

*Ключевые слова:* гибкий интеллектуальный интерфейс, оптимальные структуры, техническое зрение.

Современное производство невозможно представить без применения систем технического зрения, позволяющих автоматизировать производственные процессы. Однако при создании больших территориально распределенных систем технического зрения требуется передавать информацию между узлами системы.

Предположим, что информация, получаемая при помощи систем технического зрения, передается как в рамках сложной производственной сети, так и между ее участками. В процессе обмена информацией между узлами и подсистемами системы может возникнуть ряд трудностей, а именно:

- 1) несовместимость оборудования разных производителей или использование устаревшего оборудования, не поддерживающего возможности современной техники;
- 2) нестыковка производственных подсетей, опирающихся на различные стеки протоколов передачи информации.

Преодолеть такие проблемы позволяет устройство, обеспечивающее автоматическую настройку, трансформацию передаваемых данных с учетом существующих стандартов; приведение передаваемых информационных пакетов к виду, воспринимаемому как источником, так и приемником сигнала. Назовем это устройство гибким интеллектуальным интерфейсом (ГИИ). Интерфейс с варьируемыми характеристиками обеспечивает функционирование системы в условиях изменяющихся параметров каналов связи, соединяющих функциональные блоки систем управления или измерения, а также адаптируется к различным топологиям и методам передачи измерительной информации (ИИ), представленной в цифровом виде. Разнообразие и сложность решаемых интерфейсом задач приводят к его усложнению вследствие введения в состав интерфейса микропроцессорных узлов с соответствующим ПО.

Для построения ГИИ необходимо определить последовательность выполняемых им действий, а также, используя специализированный математический аппарат, формализовать их.

Процесс передачи информации возможно представить как последовательную пересылку блоков данных от источника к ГИИ и от ГИИ — к приемнику. Все три основных звена системы (источник, приемник, ГИИ) имеют структуру, согласно ГОСТ [1], включающую 7 уровней, каждый из которых отвечает за свою часть преобразований, выполняемых с исходными данными. На рис. 1 приведена схема передачи данных с использованием ГИИ ( $f_1, \dots, f_7$  — функции определения необходимого преобразования и само преобразование;  $p_1, \dots, p_7$  — функции соответствующего уровня семиуровневой системы OSI;  $a_{12}, \dots, a_{67}$  — морфизмы уровней приемной части ГИИ;  $b_{76}, \dots, b_{21}$  — морфизмы уровней части стока ГИИ;  $a_1 f_1, \dots, a_7 f_7$  — морфизмы приемной части и части преобразования ГИИ;  $p_1 b_1, \dots, p_7 b_7$  — морфизмы приемной

части и функциональной части соответствующего уровня ГИИ;  $f_1 p_1, \dots, f_7 p_7$  — морфизмы части преобразования и функциональной части соответствующего уровня ГИИ).

При передаче данных возникающие нестыковки между системами и отдельными узлами системы устраняет ГИИ, выполняющий преобразование передаваемой информации на том уровне системы OSI [2, 3], где происходит ошибка [4]. Причем определение типа ошибки и соответствующего уровня системы OSI, на котором произойдет коррекция, выполняется интеллектуальной частью ГИИ. Для интеллектуализации интерфейса требуется в каждый момент времени определять состояние системы, с этой целью необходимо составить базу данных состояний и параметров системы для точной диагностики и последующего принятия решения.

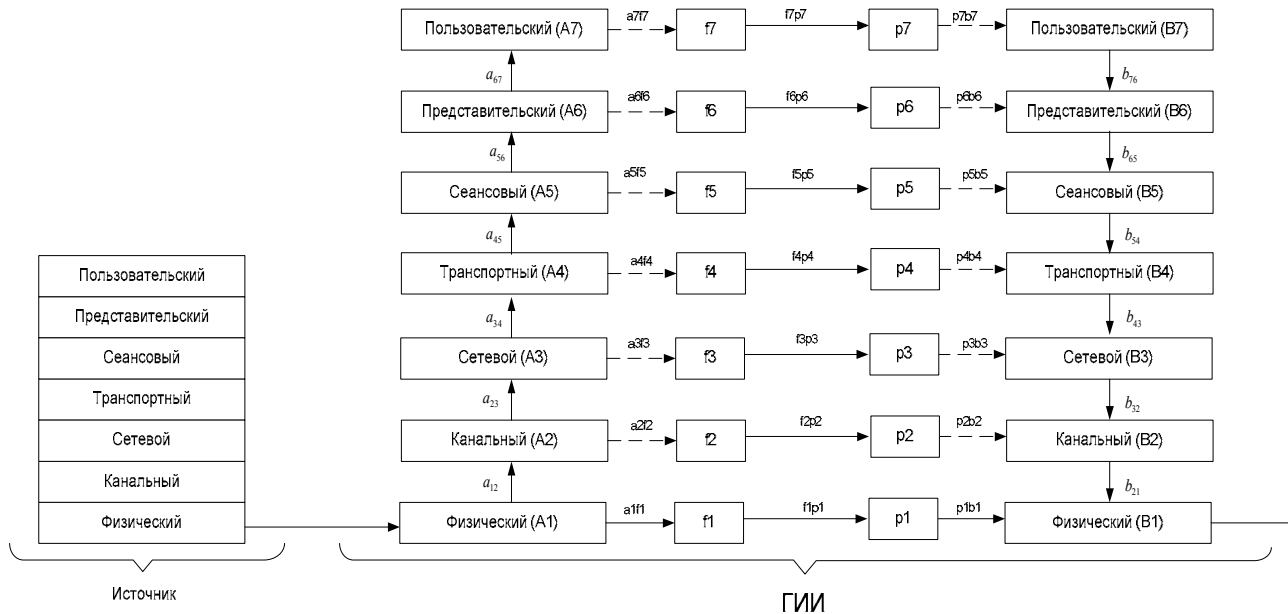


Рис. 1

Формализуем процесс передачи информации через ГИИ. Для этого опишем функции каждого из семи уровней ГИИ (рис. 1), представив их в виде графа. На пользовательском уровне функции зависят от конкретного приложения и в общем виде записи не подаются.

Процесс преобразования входных данных внутри ГИИ можно записать при помощи категорийного аппарата [5]. Запишем уравнения общего вида для каждого из семи уровней. Множество категорий при переходе по принимающей стороне ГИИ представляет собой [6, 7]:

1)  $Hom(A_1, F_1)$ , где  $A_1 = \{\text{множество состояний физического уровня источника}\}$ ,  $F_1 = \{\text{множество состояний блока анализа физического уровня}\}$ ;

2)  $Hom(A_2, F_2) = Hom((A_1, A_2), F_2) = a_{12} * a_2 f_2$ , где  $A_2 = \{\text{множество состояний канального уровня источника}\}$ ,  $F_2 = \{\text{множество состояний блока анализа канального уровня}\}$ .

3)  $Hom(A_3, F_3) = Hom((A_2, A_3), F_3) = a_{23} * a_3 f_3 = (a_{12} * a_2 f_2) * a_3 f_3$ , где  $A_3 = \{\text{множество состояний сетевого уровня источника}\}$ ,  $F_3 = \{\text{множество состояний блока анализа сетевого уровня}\}$ ;

4)  $Hom(A_4, F_4) = Hom((A_3, A_4), F_4) = a_{34} * a_4 f_4 = ((a_{12} * a_2 f_2) * a_3 f_3) * a_4 f_4$ , где  $A_4 = \{\text{множество состояний транспортного уровня источника}\}$ ,  $F_4 = \{\text{множество состояний блока анализа транспортного уровня}\}$ ;

5)  $\text{Hom}(A_5, F_5) = \text{Hom}((A_4, A_5), F_5) = a_{45} * a_5 f_5 = (((a_{12} * a_2 f_2) * a_3 f_3) * a_4 f_4) * a_5 f_5$ , где  $A_5 = \{\text{множество состояний сеансового уровня источника}\}$ ,  $F_5 = \{\text{множество состояний блока анализа сеансового уровня}\}$ ;

6)  $\text{Hom}(A_6, F_6) = \text{Hom}((A_5, A_6), F_6) = a_{56} * a_6 f_6 = (((((a_{12} * a_2 f_2) * a_3 f_3) * a_4 f_4) * a_5 f_5) * a_6 f_6)$ , где  $A_6 = \{\text{множество состояний представительского уровня источника}\}$ ,  $F_6 = \{\text{множество состояний блока анализа представительского уровня}\}$ ;

7)  $\text{Hom}(A_7, F_7) = \text{Hom}((A_6, A_7), F_7) = a_{67} * a_7 f_7 = ((((((a_{12} * a_2 f_2) * a_3 f_3) * a_4 f_4) * a_5 f_5) * a_6 f_6) * a_7 f_7)$ , где  $A_7 = \{\text{множество состояний пользовательского уровня стороны источника}\}$ ,  $F_7 = \{\text{множество состояний блока анализа пользовательского уровня}\}$ .

Множество категорий при переходе с части преобразования ГИИ на его функциональную часть представляет собой:

1)  $\text{Hom}(F_1, P_1) = f_1 p_1$ , где  $P_1 = \{\text{множество состояний блока функций физического уровня}\}$ ;

2)  $\text{Hom}(F_2, P_2) = f_2 p_2$ , где  $P_2 = \{\text{множество состояний блока функций канального уровня}\}$ ;

3)  $\text{Hom}(F_3, P_3) = f_3 p_3$ , где  $P_3 = \{\text{множество состояний блока функций сетевого уровня}\}$ ;

4)  $\text{Hom}(F_4, P_4) = f_4 p_4$ , где  $P_4 = \{\text{множество состояний блока функций транспортного уровня}\}$ ;

5)  $\text{Hom}(F_5, P_5) = f_5 p_5$ , где  $P_5 = \{\text{множество состояний блока функций сеансового уровня}\}$ ;

6)  $\text{Hom}(F_6, P_6) = f_6 p_6$ , где  $P_6 = \{\text{множество состояний блока функций представительского уровня}\}$ ;

7)  $\text{Hom}(F_7, P_7) = f_7 p_7$ , где  $P_7 = \{\text{множество состояний блока функций пользовательского уровня}\}$ .

Множество морфизмов при переходе по принимающей стороне ГИИ представляет собой:

1)  $\text{Hom}(P_1, B_1) = p_1 b_1$ , где  $B_1 = \{\text{множество состояний блока функций физического уровня приемника}\}$ ;

2)  $\text{Hom}(P_2, B_2) = \text{Hom}(P_2, (B_2, B_1)) = p_2 b_2 * b_{21}$ , где  $B_2 = \{\text{множество состояний блока функций канального уровня приемника}\}$ ;

3)  $\text{Hom}(P_3, B_3) = \text{Hom}(P_3, (B_3, B_2)) = p_3 b_3 * b_{32} = (p_2 b_2 * b_{21}) * p_3 b_3$ , где  $B_3 = \{\text{множество состояний блока функций сетевого уровня приемника}\}$ ;

4)  $\text{Hom}(P_4, B_4) = \text{Hom}(P_4, (B_4, B_3)) = p_4 b_4 * b_{43} = ((p_2 b_2 * b_{21}) * p_3 b_3) * p_4 b_4$ , где  $B_4 = \{\text{множество состояний блока функций транспортного уровня приемника}\}$ ;

5)  $\text{Hom}(P_5, B_5) = \text{Hom}(P_5, (B_5, B_4)) = p_5 b_5 * b_{54} = (((p_2 b_2 * b_{21}) * p_3 b_3) * p_4 b_4) * p_5 b_5$ , где  $B_5 = \{\text{множество состояний блока функций сеансового уровня приемника}\}$ ;

6)  $\text{Hom}(P_6, B_6) = \text{Hom}(P_6, (B_6, B_5)) = p_6 b_6 * b_{65} = (((((p_2 b_2 * b_{21}) * p_3 b_3) * p_4 b_4) * p_5 b_5) * p_6 b_6)$ , где  $B_6 = \{\text{множество состояний блока функций представительского уровня приемника}\}$ ;

7)  $\text{Hom}(P_7, B_7) = \text{Hom}(P_7, (B_7, B_6)) = p_7 b_7 * b_{76} = ((((((p_2 b_2 * b_{21}) * p_3 b_3) * p_4 b_4) * p_5 b_5) * p_6 b_6) * p_7 b_7)$ , где  $B_7 = \{\text{множество состояний блока функций пользовательского уровня приемника}\}$ .

Раскроем содержание функций  $p_1, \dots, p_7$  в соответствии со стандартом [1]. Графовое представление функциональной составляющей сеансового уровня приведено на рис. 2 (ОтСизТ — отображение сеансового соединения из транспортного соединения. В любое

время между сеансовым и транспортным уровнем существует взаимно-однозначное отображение, но время существования их может различаться; УпрПот — управление потоком данных в сеансовом соединении. Для предотвращения переполнения данными принимающего логического объекта уровня представления сеансовый уровень воздействует на транспортное соединение; ПерСроч — передача срочных данных; ВосСеан — восстановление сеансового соединения; РазСеан — разрыв сеансового соединения; УпУСеан — административное управление сеансовым соединением; КаналУр — каналный уровень).

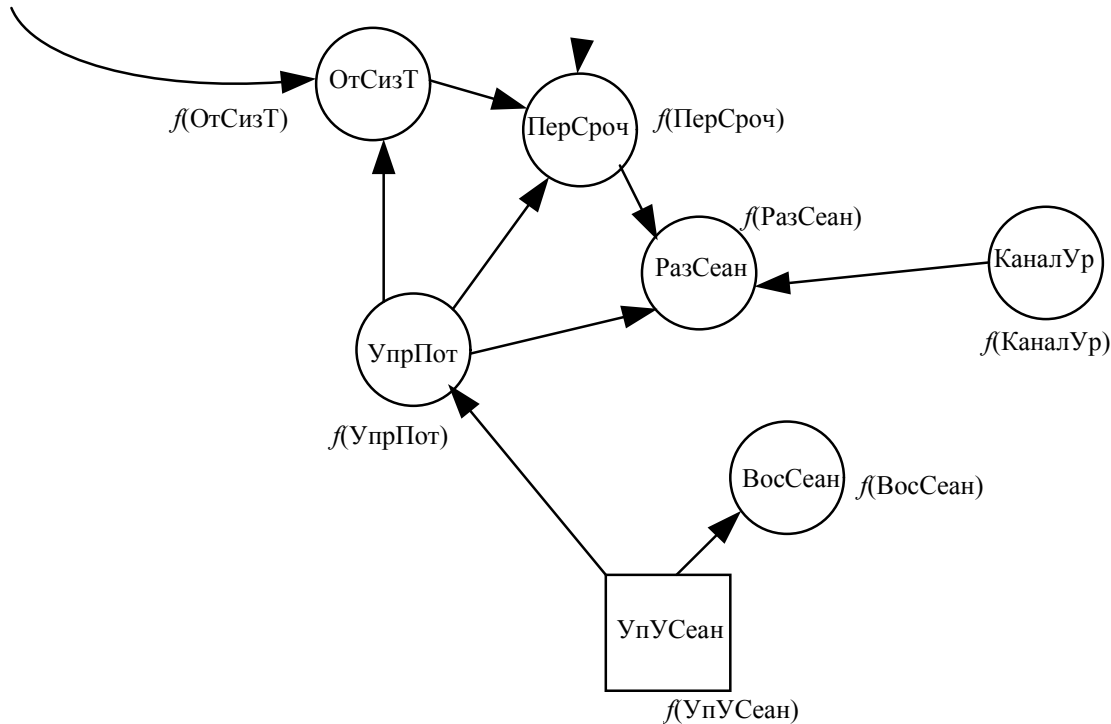


Рис. 2

Основываясь на графовых представлениях каждого из уровней  $p_1, \dots, p_7$ , оптимизируем работу системы. Для этого воспользуемся методом БФР [6]. Оптимизированная структура ГИИ представлена на рис. 3 ( $v_j$  — состояние функционального блока различных уровней:  $v_{1_1}, \dots, v_{1_3}$  — физического;  $v_{2_1}, \dots, v_{2_{11}}$  — каналного;  $v_{3_1}, \dots, v_{3_{12}}$  — сетевого уровня;  $v_{4_1}, \dots, v_{4_7}$  — транспортного;  $v_{5_1}, \dots, v_{5_5}$  — сеансового;  $v_{6_1}, \dots, v_{6_4}$  — представительского).

Таким образом, для каждого уровня ГИИ можно записать расширенное уравнение, в которое включена функция этого уровня ( $p_1, \dots, p_7$ ). Приведем пример для сеансового уровня:

$$(((a_{1_2} * a_{2_2} f_2) * a_{3_2} f_3) * a_{4_2} f_4) * a_{5_2} f_5) * f_5(u_{1_{\text{вх}}} u_{1_{14}} u_{1_{41}} u_{1_{12}} u_{1_{24}} u_{1_{43}} u_{1_{33}} u_{1_{34}} u_{1_{45}} u_{1_{4_{\text{вых}}}}) * (((p_{2_2} b_{2_1}) * p_{3_2} b_{3_1}) * p_{4_2} b_{4_1}) * p_{5_2} b_{5_1}.$$

При составлении полного выражения требуется расшифровать последнее слагаемое для каждого уравнения  $f_1, \dots, f_7$ . С этой целью требуется определить входные параметры, по которым интеллектуальная составляющая ГИИ сможет выявить необходимые преобразования. Следующим шагом является создание базы данных признаков каждого состояния системы и откликов на каждое состояние. Это позволит полностью формализовать действия ГИИ и приступить к непосредственной реализации устройства [8].

Таким образом, была проведена формализация последовательности действий ГИИ, используя которую, возможно разрешать конфликты при взаимодействии различных систем передачи данных.

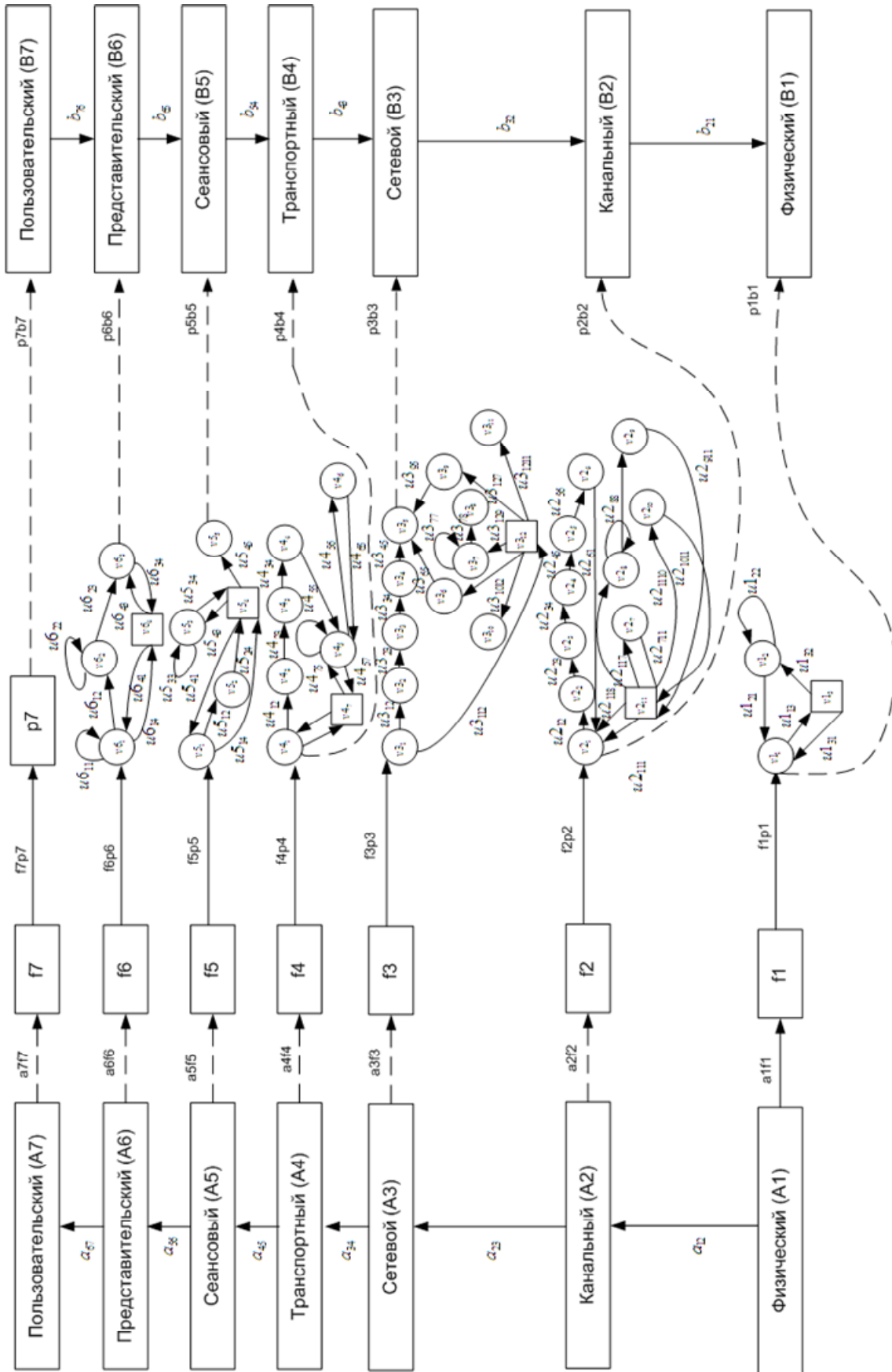


Рис. 3

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ Р ИСО 7498-2-99.
2. Муха Ю. П., Королева И. Ю., Королев А. Д. Гибкий Интеллектуальный интерфейс для несовместимых информационных систем // „Приоритетные направления развития науки и технологий“: Докл. IX Всерос. научн.-техн. конф. Тула: Изд-во „Инновационные технологии“, 2011. С. 126—129.
3. Муха Ю. П., Авдеюк О. А., Антонович В. М. Теория и практика синтеза управляющего и информационного обеспечения измерительно-вычислительных систем. Волгоград: ВолгГТУ, 2004. 220 с.
4. Антонович В. М. Структурный метод синтеза гибкого интеллектуального интерфейса сложной информационно-измерительной системы: Дис. ... канд. техн. наук. Волгоград: ВолгГТУ, 2004. 134 с.
5. Габриель П., Цисман М. Категория частных и теория гомотопий. М.: Мир, 1971. 295 с.
6. Муха Ю. П., Авдеюк О. А., Королева И. Ю. Алгебраическая теория синтеза сложных систем. Волгоград: ВолгГТУ, 2003. 320 с.
7. Букур Н., Деляну А. Введение в теорию категорий и функторов. М.: Мир, 1972. 259 с.
8. Муха Ю. П., Королева И. Ю., Королев А. Д. Интерфейсы для телемедицинских сетей передачи данных // Телекоммуникации. 2011. № 12. С. 41—44.

**Сведения об авторах**

- Юрий Петрович Муха** — д-р техн. наук, профессор; Волгоградский государственный технический университет, кафедра вычислительной техники; заведующий кафедрой;  
E-mail: muhaup@mail.ru
- Ирина Юрьевна Королева** — канд. техн. наук, доцент; Волгоградский государственный технический университет, кафедра вычислительной техники;  
E-mail: artmd64@rambler.ru
- Артём Дмитриевич Королев** — аспирант; Волгоградский государственный технический университет, кафедра вычислительной техники; E-mail: artmd64@mail.ru
- Дмитрий Витальевич Титов** — канд. техн. наук; Юго-Западный государственный университет, кафедра вычислительной техники, Курск; преподаватель;  
E-mail: amazing2004@inbox.ru

Рекомендована Юго-Западным  
государственным университетом

Поступила в редакцию  
18.02.13 г.