

Национальная академия наук Беларуси  
Объединенный институт проблем информатики НАН Беларуси  
Министерство промышленности Республики Беларусь  
Министерство образования Республики Беларусь  
Белорусский национальный технический университет  
Белорусский государственный университет  
Белорусский государственный университет информатики  
и радиозлектроники

IX Международная научно-техническая конференция

**ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ  
В ПРОМЫШЛЕННОСТИ,  
ЛОГИСТИКЕ И СОЦИАЛЬНОЙ СФЕРЕ**

**ITI\*2017**

23–24 мая 2017 года, Минск

IX International Scientific Conference

**INFORMATION TECHNOLOGIES IN INDUSTRY,  
LOGISTICS AND THE SOCIAL SPHERE**

**ITI\*2017**

May 23–24, 2017, Minsk

Тезисы докладов

Минск  
ОИПИ НАН Беларуси  
2017

IX Международная научно-техническая конференция «**Информационные технологии в промышленности, логистике и социальной сфере**» (ТТИ\*2017) : тезисы докладов (23–24 мая 2017 года, Минск). – Минск : ОИПИ НАН Беларуси, 2017. – 162 с. – ISBN 978-985-6744-93-1.

Представлены тезисы докладов Девятой Международной научно-технической конференции «Информационные технологии в промышленности, логистике и социальной сфере» (23–24 мая 2017 года, Минск), в которых приводятся результаты в области научно-методических и системных аспектов разработки и внедрения информационных технологий проектирования, производства и управления на предприятиях различных отраслей промышленности, логистике и социальной сферы, полученные в Беларуси, СНГ и странах дальнего зарубежья за последние годы. В тезисах рассматриваются вопросы математического моделирования объектов и процессов, анализа и синтеза объектов проектирования, производства и управления, автоматизации проектирования сложных машиностроительных конструкций, микро- и радиоэлектронных изделий и технологических процессов их изготовления, построения и внедрения информационных систем на промышленных предприятиях, в логистике и социальной сфере, использование результатов информационной деятельности в интересах различных отраслей экономики, кадрового обеспечения разработки и эксплуатации информационных технологий.

Тезисы одобрены и рекомендованы к публикации организационным комитетом конференции, прошли рецензирование и печатаются в виде, представленном авторами.

#### Научные редакторы:

доктор физико-математических наук, профессор М.Я. Ковалев,  
доктор технических наук, профессор П.Н. Бибило,  
кандидат технических наук А.Г. Гривачевский,  
кандидат физико-математических наук Н.Н. Гуцинский,  
доктор технических наук А.А. Дудкин,  
доктор технических наук С.В. Харитончик

#### ОРГАНИЗАТОРЫ

Национальная академия наук Беларуси



Объединенный институт проблем информатики НАН Беларуси



Министерство промышленности Республики Беларусь

Министерство образования Республики Беларусь



Белорусский национальный технический университет



Белорусский государственный университет



Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники



#### ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ИНФОРМАЦИОННЫЙ ПАРТНЕР

Научно-практический журнал «Наука и инновации»



## ПРИМЕНЕНИЕ АНАЛИЗА ФОРМАЛЬНЫХ ПОНЯТИЙ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ СТРУКТУРЫ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

А.Б. Нугуманова<sup>1</sup>, Е.М. Байбурин<sup>1</sup>, М.Е. Мансурова<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Восточно-Казахстанский государственный университет им. С. Аманжолова,  
Усть-Каменогорск

*e-mail:* {anugumanova, ebaiburin}@vkgu.kz;

<sup>2</sup>Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы

*e-mail:* mansurova.madina@gmail.com

Одним из популярных приложений алгебраической теории решеток, исследующей отношения частичного порядка, является анализ формальных понятий. Это метод, позволяющий формировать иерархии понятий предметной области на основе входных наборов данных, представленных в объектно-признаковой форме [1, 2]. Связи между объектами и описывающими их признаками задаются в виде формального контекста, т. е. тройки  $K = \langle G, M, I \rangle$ , где  $G$  – множество объектов,  $M$  – множество признаков,  $I$  – соответствие между  $G$  и  $M$ ;  $gIm$  означает, что объект  $g \in G$  обладает признаком  $m \in M$ . Для произвольных подмножеств  $A \subseteq G$  и  $B \subseteq M$  вводятся операторы Галуа:  $A' = \{m \in M | \forall g \in A gIm\}$ , ( $A'$  – множество признаков, которыми обладают все объекты из  $A$ );  $B' = \{g \in G | \forall m \in B gIm\}$  ( $B'$  – множество объектов, которые обладают всеми признаками из  $B$ ). Формальным понятием контекста  $K$  называется пара вида  $(A, B)$ ,  $A \subseteq G$  и  $B \subseteq M$ , такая, что  $A' = B$  и  $B' = A$ . Два понятия  $(A_1, B_1)$  и  $(A_2, B_2)$  называют частично упорядоченными  $(A_1, B_1) \leq (A_2, B_2)$ , если объем первого понятия вложен в объем второго  $A_1 \subseteq A_2$ . Множество всех понятий контекста  $K$ , упорядоченных по вложению их объемов, называется решеткой понятий.

В данной работе применяется анализ формальных понятий для исследования структуры вузовских образовательных программ. Согласно определению ЮНЕСКО, образовательная программа – это систематизированный целенаправленный набор компетенций (знаний, навыков и суждений, подкрепляемых оценками), которые учащиеся должны приобрести через организованный процесс обучения [3]. В силу сложности структуры образовательной программы ее формальный контекст может быть определен не единственным способом. Например, если в качестве объектов формального контекста выбрать учебные дисциплины, то в качестве признаков могут

быть указаны компетенции, вырабатываемые этими дисциплинами, семестры, в которых они изучаются, или результаты обучения.

Рассмотрим в качестве формального контекста карту распределения компетенций по учебным дисциплинам. На рис. 1 представлен пример такого контекста, прообразом которому послужила карта компетенций одной из образовательных программ Самарского технического университета.

	опк-1	опк-2	опк-3	опк-4	опк-5	опк-6	пк-1	пк-2	пк-3	пк-4	пк-5	пк-7
Вычислительные системы												
Технология программиро.	×	×		×	×	×						×
Методология научной исс.			×									
Технология культуры сервис												
Теоретическая информатика		×					×					
Программная инженерия					×					×		×
Управление ИТ проектами	×	×	×									
Автоматизация процессов												
Интеллектуальные систе.							×			×		×
Распознавание образов					×	×					×	×
Компьютерное моделиро		×				×		×				
Проверка систем	×						×	×				
Системы обработки данн					×	×						
Надежность распределе												×

Рис. 1. Пример формального контекста образовательной программы

Решетка понятий, построенная на основе данного формального контекста с помощью системы ConceptExplorer [4], позволяет визуально оценить карту компетенций (рис. 2).

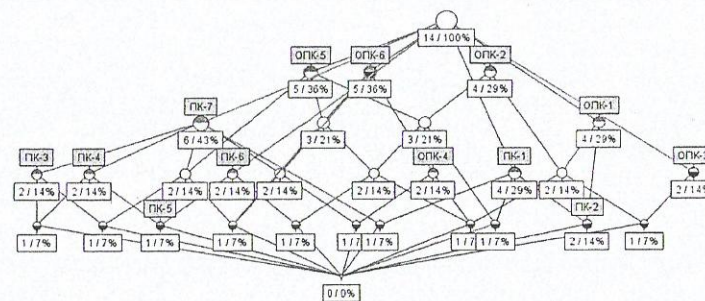


Рис. 2. Решетка компетенций

На основе решетки система автоматически формирует признаковые импликации, которые характеризуют взаимосвязи между компетенциями. Например, импликация  $\langle \rangle$  ОПК-4  $\Rightarrow$  ОПК-6 показывает, что в двух дисциплинах наличие компетенции ОПК-4 влечет за собой наличие компетенции ОПК-6, т. е. компетенция ОПК-4, скорее всего, входит в состав компетенции ОПК-6. Рассуждая аналогично, можно выработать ряд правил, который позволял бы сокращать избыточность и анализировать коллизии в структуре образовательных программ. Все это дает возможность говорить о перспективности аппарата формальных решеток как инструмента исследования образовательных программ.

## Список литературы

1. Ganter, B. Formal concept analysis: mathematical foundations / B. Ganter, R. Wille. – Springer Science & Business Media, 2012. – 284 p.
2. Formal concept analysis in knowledge processing: A survey on applications / J. Poelmans [et al.] // Expert systems with applications. – 2013. – Vol. 40. – P. 6538–6560.
3. Education. Curriculum [Electronic resource]. – 2017. – Mode of access : <http://www.unesco.org/new/en/education/themes/strengthening-education-systems/quality-framework/core-resources/curriculum>. – Date of access : 01.02.17.
4. Евтушенко, С. Система анализа данных CONCEPT EXPLORER / С. Евтушенко // Труды 7-й Национальной конференции по искусственному интеллекту, Россия, 2000. – М., 2000. – С. 127–134.

УДК 621.391.25

## ПОСТРОЕНИЕ ТВЕРДОТЕЛЬНОЙ МОДЕЛИ СХВАТА РОБОТА

П.А. Обиходов, В.В. Напрасников  
Белорусский национальный технический университет, Минск

Конструкция клешни манипулятора для робота (рис. 1) изготовлена из алюминия толщиной 3 мм и способна захватывать как легкие, так и тяжелые предметы различной формы в зависимости от установленного на нее серводвигателя. На рис. 1 ширина разведенного захвата манипулятора составляет 55 мм, максимальные габариты в раскрытом положении 95 мм, а вес клешни манипулятора – 68 грамм.

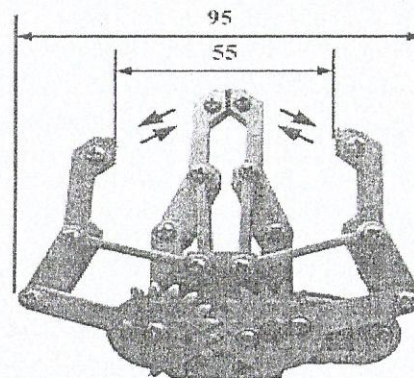


Рис. 1: Конструкция клешни манипулятора для робота

Целью данной работы является построение модели промышленного робота и проведение кинематического анализа конструкции.

Построение геометрической части модели и проведение анализов выполнялись в среде ANSYS Workbench. Геометрия элементов конструкции создавалась путем задания проекции объема, комбинируя с примитивными объектами, такими как цилиндр и параллелепипед. Все элементы между собой соединялись шарнирами. Для упрощения конструкции шарниры представлены цилиндрами.

Результаты кинематического анализа конструкции для двух положений показаны на рис. 2.

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>Введение</b> .....	5
<i>Alavi Seyed Enayatollah, Heydari Mohammad</i> Green it to optimize energy consumption in organizations .....	7
<i>Chekun O.A., Kovaleva I.L., Basovets I.M.</i> Online application for supplier selection.....	9
<i>Levin G.M., Rozin B.M., Dolgui A.B.</i> Methods of optimization of aggregation and execution modes of machining steps for multi-positional batch processing.....	11
<i>Ryzhikov A., Shemyakov A.</i> Subset synchronization in monotonic automata .....	13
<i>Volkov V.M., Basovets I.M., Chaikov R.L.</i> Classification of control tests by complexity .....	15
<i>Абрамович М.С., Стельмашок В.И., Новоселова Н.А.</i> Применение методов машинного обучения для прогнозирования эффективности проводниковой реканализации .....	16
<i>Аваков С.М., Воронов А.А., Дедков А.И., Питкин А.Б., Титко Д.С., Шоломицкий В.Г.</i> Поиск объектов топологии микросхем на изображениях слоев топологии СБИС .....	18
<i>Аваков С.М., Дедков А.И., Дудкин А.А., Инютин А.В., Титко Д.С., Шоломицкий В.Г.</i> Методика сегментации изображений слоев СБИС .....	21
<i>Барышев А.А., Войтович М.В., Кункевич Д.П., Кравченя Ю.В.</i> Модуль генерирования конструкторских решений .....	23
<i>Бибило П.Н.</i> Функциональная верификация VHDL-описаний цифровых устройств с использованием языка PSL .....	25
<i>Бобров И.В., Ероховец В.К., Фокин С.Н.</i> Система контроля и учета энергоресурсов – электричества, тепла и газа – с использованием беспроводных дистанционных сенсорных сетей и механизмов умного управления .....	27

<i>Бурков В.Н., Сбитнева Е.И., Фокин С.Н.</i> Повышение эффективности предприятий за счет применения умных механизмов управления .....	29
<i>Васильева Ю.Д.</i> Технологии виртуальной реальности в образовании.....	31
<i>Васильков Д.Д.</i> Эффективный алгоритм заполнения дыр в триангуляционной 3D-модели поверхности .....	33
<i>Васильков Д.М.</i> Создание 3D-модели тела человека на основе данных сканирования с помощью сенсора Microsoft Kinect.....	35
<i>Волков А.В., Яцков Н.Н.</i> Имитационная модель для тестирования алгоритмов отбора признаков в задачах неконтролируемого обучения.....	37
<i>Воронов А.А., Сухаревич А.Л.</i> Векторное представление текстовых документов для информационного поиска .....	39
<i>Гривачевский А.Г., Гривачевский М.А., Карпуть К.А., Гривачевский А.М.</i> WinTecs CRM – система управления взаимоотношениями с клиентами в оконном производстве .....	42
<i>Гривачевский А.Г., Люторевич А.А., Кулик Р.Л., Штейн Б.М.</i> Комплекс программных средств информационной поддержки процессов автоматизированного решения типовых задач технологической подготовки производства на предприятиях сельскохозяйственного машиностроения .....	45
<i>Губич Л.В.</i> Стратегия цифровой трансформации управления производственной и коммерческой деятельностью холдингов.....	48
<i>Гущинский Н.Н., Левин Г.М., Пахарев Д.В.</i> Двухкритериальная оптимизация кинематических параметров гидромеханических трансмиссий.....	51
<i>Егорова Н.Г., Сотсков Ю.Н., Кучур А.В.</i> Перестановка с максимальным многогранником оптимальности для обслуживания требований с неопределенными длительностями.....	53
<i>Журавский А.Н., Кузнецик О.О., Ткаченко В.В.</i> Феноменологическая и идентификационная модели электроимпульсной обработки металлических порошков.....	56

<i>Найденко В.Г.</i> Логика для семантических классов сложности .....	108
<i>Напрасников В.В., Мартинович В.В., Соловьев А.Н., Скалицух А.С.</i> Использование языка APDL для моделирования тонкостенных деталей с периодическим заполнителем .....	109
<i>Нугуманова А.Б., Байбурун Е.М., Мансурова М.Е.</i> Применение анализа формальных понятий для исследования структуры образовательной программы .....	112
<i>Обиходов П.А., Напрасников В.В.</i> Построение твердотельной модели схвата робота .....	115
<i>Полозков Ю.В., Кункевич Д.П., Новоковский А.В.</i> Алгоритм автоматизации построения ячеистых элементов в моделях деталей сложной формы .....	117
<i>Полозков Ю.В., Кункевич Д.П., Прохоров А.В.</i> Автоматизированное конструирование конечно-элементной сетки стержневых элементов .....	120
<i>Поттосин Ю.В.</i> Метод многоблочной параллельной декомпозиции системы частичных булевых функций .....	122
<i>Поттосин Ю.В., Черемисинов Д.И., Черемисинова Л.Д.</i> Модель схемы из КМОП-транзисторов для задачи построения иерархического структурного описания .....	124
<i>Пучков А.В., Иванюк А.А.</i> Использование динамических оперативных запоминающих устройств для идентификации цифровых систем .....	126
<i>Романов В.И.</i> Алгоритм решения задачи получения цикла, покрывающего все дуги графа переходов конечного автомата .....	129
<i>Романов В.И.</i> Организация сеанса проектирования в программном комплексе КМОП-ЛП .....	131
<i>Скобцов В.Ю., Лапицкая Н.В., Саксонов Р.В., Власюк С.В.</i> Логико-вероятностный подход к определению параметров надежности .....	133

<i>Скобцов Ю.А., Ченгарь О.В., Скобцов В.Ю.</i> Оптимизации производственного расписания методом муравьиных колоний .....	135
<i>Соловьев В.В., Остапчук М.</i> Использование значений входных переменных при кодировании внутренних состояний конечных автоматов .....	137
<i>Супрун В.П.</i> Синтез логических устройств для вычисления булевых функций $R_n, S_n, T_n$ .....	139
<i>Сытова С.Н., Дунец А.П., Коваленко А.Н., Мазаник А.А., Сидорович Т.П., Черепица С.В.</i> Белорусское программное обеспечение для автоматизации контроля и надзора за ядерной и радиационной безопасностью .....	142
<i>Сытова С.Н., Дунец А.П., Коваленко А.Н., Мазаник А.А., Сидорович Т.П., Черепица С.В.</i> Программное обеспечение для электронного портала ядерных знаний BelNET .....	144
<i>Тузиков А.В., Гривачевский А.Г., Ковалев М.Я., Карабанович В.А.</i> Государственная поддержка разработки и внедрения информационных технологий и систем в промышленности и социальной сфере .....	146
<i>Утехин С.И., Кузнецик О.О.</i> Конечно-элементный анализ процесса импульсно-плазменной обработки на основе газодинамической солитонной модели .....	149
<i>Черемисинов Д.И., Черемисинова Л.Д.</i> Архитектура распределенной программы для кластерного компьютера .....	151
<i>Шершинёв А.В., Пурс Г.А., Изатов В.А., Воронин И.А., Надеин А.В.</i> Реализация 5D BIM-моделей с использованием программных продуктов линейки ABC-RSTC в условиях ценообразования Республики Беларусь .....	153

---

**ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ  
В ПРОМЫШЛЕННОСТИ, ЛОГИСТИКЕ И СОЦИАЛЬНОЙ СФЕРЕ  
ITI\*2017**

Тезисы докладов IX Международной научно-технической конференции

Ответственный за выпуск Н.А. Рудая

Подписано в печать 26.04.2017. Формат 60×84 1/16. Бумага офсетная. Ризографии.  
Гарнитура Таймс. Усл. печ. л. 9,4. Уч.-изд. л. 11,2. Тираж 100 экз. Заказ 3.

---

Издатель и полиграфическое исполнение:  
государственное научное учреждение «Объединенный институт проблем  
информатики Национальной академии наук Беларуси».  
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,  
распространителя печатных изданий № 1/274 от 04.04.2014.  
Ул. Сурганова, 6, 220012, Минск.