

УДК 629.002.5:621.9.041

**Ю. А. ВОРОБЬЕВ, Н. В. НЕЧИПОРУК***Национальный аэрокосмический университет им. Н. Е. Жуковского «Харьковский авиационный институт», Украина*

### **ТЕХНОЛОГИЯ СОЗДАНИЯ МЕТАОНТОЛОГИИ «РУЧНЫЕ ИМПУЛЬСНЫЕ УСТРОЙСТВА»**

*В работе приведены результаты создания метаонтологии «Ручные импульсные устройства». Определены основные идеи и подходы оценки эффективности процесса приобретения знаний. Описаны два вида тактики при создании метаонтологии «Ручные импульсные устройства». Рассмотрены аспекты формирования метаонтологии в соответствии с требованиями IDEF5. Для создаваемой метаонтологии «Ручные импульсные устройства» была выбрана нисходящая структура. Для объективизации знаний в процесс извлечения была включена специальная процедура фильтрации последовательности вопросов через специальные горизонтальные уровни, отвечающие укрупненным концептуальным фрагментам понятий предметной области и обеспечивающие полноту знаний. Для верификации процессов контроля качества знаний был применен подход к извлечению знаний, базирующийся на объективизации оценки эксперта посредством автоматизации процесса формирования множества вопросов и процедуры его реализации при соблюдении условия полноты. В результате реализации структурно-онтологического подхода был оптимизирован процесс извлечения знаний и, тем самым, в целом повышена эффективность создания метаонтологии. При поддержке (развитии) метаонтологии «Ручные импульсные устройства» был реализован режим автоматизированного применения знаний, представленный в виде обобщенного алгоритма реализации данного процесса. Подробно представлена метаонтология «Ручные импульсные устройства».*

**Ключевые слова:** *ручное импульсное устройство, метаонтология, процесс приобретения знаний, экспертная оценка.*

#### **Введение**

Основной тенденцией в совершенствовании сборочно-монтажных работ (СМР) при производстве авиационной техники (АТ) является переход на цифровые технологии не только в проектировании, но и в производстве [1, 2 и др.]. Для этого была создана новая технологическая среда, в основе которой лежат полное электронное определение изделия и единая цифровая среда, информационно интегрированные между собой на базе CALS-технологий. Важное место в этой цепочке отводится технологической подготовке производства (ТПП) на всех стадиях жизненного цикла изделия. ТПП предусматривает выбор оборудования и инструмента для производства АТ, в том числе и для ее сборки. При этом выбор предполагает многовариантность технологий и средств технологического оснащения. Для определения рационального решения в современном производстве используется система онтологий, состоящая, как правило, из трех онтологий: онтологии предметной области, онтологии задач и метаонтологии [3, 4 и др.].

В подавляющем большинстве случаев процесс создания онтологий значительно субъективизируется,

как по форме проведения, так и по содержанию. Его объективизация до известного уровня достигается в практике онтологического инжиниринга с помощью формирования и применения специализированного набора методов приобретения знаний, выбранных из номенклатуры стандартных методов [5].

#### **Постановка задачи**

Однако при традиционном подходе не гарантируется полнота охвата предметной области и качество ее представления в форме знаний, пригодных для компьютерной обработки. Кроме того, представление знаний в этом случае, как правило, сопровождается информационной избыточностью. Таким образом, эффективность применения онтологического подхода к представлению знаний о мире ручных импульсных устройств (РИУ), в значительной степени определяется уровнем объективности приобретенных знаний.

Целью статьи является представление результатов разработки метаонтологии «РИУ», входящей в систему онтологий для поддержки принятия решений разработчиками авиационно-космической тех-

ники по выбору инструмента для сборочно-монтажных работ.

### Решение задачи

Оценка эффективности процесса приобретения знаний при создании онтологий базируется на следующих основных идеях и подходах:

– вопросы к эксперту имеют вид тестов, с двумя или более вариантами ответов; вопросы задаются в определенной или случайной последовательности; оценка определяется как отношение количества пригодных к использованию ответов к количеству всех вопросов;

– в случае, если вопросы эксперту задаются в случайном порядке, случайность определяется вероятностями актуальности того или иного вопроса (под актуальностью здесь понимается наличие или отсутствие связи между настоящим и предыдущим вопросами, сложность вопроса и т.п.);

– вопросы классифицированы по типам, и хотя они задаются случайным образом, при этом обязательно соблюдается соотношение количества вопросов разных типов; для каждого типа вопросов существуют процедуры оценивания пригодности ответа, при этом общая оценка эффективности процесса приобретения знаний является интегральным показателем.

При создании метаонтологии «РИУ» применялись следующие два вида тактики:

1) эксперт путем упорядочивания множества исходных вопросов составляет из них целостную картину мира ручного импульсного инструмента с указанием концептов и отношений между ними;

2) на каждом шаге эксперту предлагается несколько вопросов, из которых он выбирает один, наиболее на его взгляд частный, и на него отвечает, после чего переходит к более общему вопросу.

Рассмотрим аспекты формирования метаонтологии «Ручные импульсные устройства» в соответствии с требованиями стандарта онтологического исследования IDEF5 [6]:

1. Формирование и систематизация начальных условий с установлением основных целей разработки онтологии.

2. Сбор и накопление исходных данных.

3. Обработка данных, при которой анализируется и группируется исходная информация.

4. Начальное развитие онтологии – формирование предварительного варианта.

5. Уточнение и верификация онтологии.

Для разработки метаонтологии «Ручные импульсные устройства» был использован нисходящий подход [7]. При этом подходе на низшем (начальном) уровне находятся элементарные единицы. Для

ручных импульсных устройств устанавливаются неопределяемые понятия (например, конкретные модели клепальных машин). На следующих уровнях располагаются более абстрактные понятия «пневмоимпульсные клепальные молотки», при этом высший уровень содержит самые общие понятия, а именно «импульсный ручной инструмент», которые с теми или иными атрибутами многократно присутствуют в метаонтологии.

В конечном счете, качество созданной метаонтологии непосредственным образом определяется семантическим отображением множества вопросов эксперту  $Q$  с онтологией  $O$ , которая является концентрированным выражением структуры предметной области с ее элементами и отношениями между ними, представленными как древовидная структура. Из сказанного следует, что вопросы из множества  $Q$  должны быть однозначно связаны с множеством концептов  $X$  создаваемой метаонтологии, которые, в свою очередь, находятся между собой в определенных отношениях из множества  $R$ . Множество отношений концептов метаонтологии было задано совокупностью

$$R = \langle R_1, R_2, R_3, R_4 \rangle, \quad (1)$$

где  $R_1$  – отношение состава (часть и целое, частное и общее);

$R_2$  – отношение определения (есть);

$R_3$  – отношение типа атрибута (который);

$R_4$  – отношение типа действия (составляет, предназначенный для, выполняет, формирует, ...).

Очевидно, что такой перечень отношений не является полным, однако специфика предметной области допускает использование ограниченной номенклатуры отношений с сохранением приемлемого уровня адекватности синтезируемой модели.

Поскольку онтология имеет древовидную структуру, то существование отношений между концептами накладывает определенный отпечаток и на последовательность вопросов, предъявляемым экспертам. Для создаваемой метаонтологии «Ручные импульсные устройства» была выбрана нисходящая структура. Такой тип структуры предусматривает, согласно принципам концептуального баланса [7], наличие на верхнем уровне  $7 \pm 2$  концептов, которые являются основными структурными единицами создаваемой метаонтологии. На самом нижнем уровне находятся концепты, определяющие концепты высших уровней, являющиеся неопределяемыми понятиями в рассматриваемой предметной области.

При создании метаонтологии «Ручные импуль-

ные устройства» стратегия извлечения знаний носила дедуктивный характер, что является следствием применения нисходящего подхода. Данное обстоятельство, как известно, порождает на практике значительную субъективность приобретенных знаний. Для объективизации знаний в процесс извлечения были включена специальная процедура фильтрации последовательности вопросов через специальные горизонтальные уровни, отвечающие укрупненным концептуальным фрагментам понятий предметной области и обеспечивающие полноту знаний.

Таким образом, последовательность вопросов к эксперту в данном случае была построена по схеме «от общего к частному». Выбор вопросов на определенных этапах и их количество задавались экспертом, по аналогии с известным методом «северо-западного угла» [8].

В начале каждого сеанса извлечения знаний эксперту предлагался один из вопросов, связанных с верхним уровнем онтологии. Этот вопрос имел, зачастую, характер отношения  $R_1$ ,  $R_2$  или  $R_3$ . При удовлетворительном ответе на этот вопрос осуществлялся переход на один уровень вниз; при появлении же вопроса с отношением типа  $R_4$  – переход горизонтально вправо и на уровень вниз. При правильных ответах извлечение знаний прекращалось по условию достижения нижнего уровня онтологии (неопределяемых понятий), если при этом были также пройдены все горизонтальные этапы. Если же от эксперта в ходе диалога был получен неудовлетворительный ответ на вопрос, который соотносился с верхним уровнем онтологии, то осуществлялся переход по соответствующему горизонтальному уровню и эксперту предъявлялся вопрос с тем же типом отношения; если неудовлетворительный ответ был получен на одном из нижних уровней, то переход осуществлялся на верхний уровень и эксперту предъявлялся вопрос, связанный с последующим концептом верхнего уровня. В том случае, если процесс извлечения знаний заканчивался вопросом «инцидентным» концепту верхнего уровня онтологии, это свидетельствовало о необходимости выявления и привлечения к процессу выявления знаний дополнительных экспертов.

Верификация процессов контроля качества знаний является достаточно сложной субъективизированной процедурой. В данном случае был применен подход к извлечению знаний [1], базирующийся на объективизации оценки эксперта посредством автоматизации процесса формирования множества вопросов и процедуры его реализации при соблюдении условия полноты. При этом соблюдалось одновременное выполнение двух условий: полноты

охвата предметной области и минимизации информационной избыточности за счет построения отображения метаонтологии на формализованную схему проблемно-ориентированного представления предметной области. В результате реализации структурно-онтологического подхода был оптимизирован процесс извлечения знаний и, тем самым, в целом повышена эффективность создания метаонтологии.

В принципе, при поддержке (развитии) метаонтологии «Ручные импульсные устройства», может быть реализован режим автоматизированного приобретения знаний [7]. Ниже представлен обобщенный алгоритм реализации данного процесса:

1. Определить типы отношений между понятиями метаонтологии «РИУ».

2. Определить частоты, с которыми встречаются в текстологическом источнике знаний имена существительные.

3. Предложить процедуру исключения избыточных существительных и реализовать ее.

4. Считая полученные существительные определяющими понятиями, определить их отношение с другими терминами предметной области посредством получения соответствующего множества глаголов (есть, является, включает в себя, состоит, позволяет, формирует, делит, ...).

5. Если уже зафиксированные понятия и отношения требуют интерпретации, то сформировать толковый словарь предметной области.

6. Сформировать множество определительных существительных, имеющих отношение к определяемому существительным. При этом зафиксировать их атрибуты.

7. Реализовать дополнительные процедуры, необходимые для уточнения, лучшего понимания и обеспечения полноты онтологии.

На рис. 1 представлена метаонлогия «РИУ» в форме иерархии фреймов.

## Выводы

1. Определены основные идеи и подходы оценки эффективности процесса приобретения знаний при формировании метаонтологии «Ручные импульсные устройства».

2. Для верификации процессов контроля качества знаний был применен подход к извлечению знаний, базирующийся на объективизации оценки эксперта посредством автоматизации процесса формирования множества вопросов и процедуры его реализации при соблюдении условия полноты.

3. В результате реализации структурно-онтологического подхода был оптимизирован процесс извлечения знаний и, тем самым, в целом повышена эффективность создания метаонтологии.

4. При поддержке метаонтологии «РИУ» был реализован режим автоматизированного применения знаний, представленный в виде обобщенного алгоритма реализации данного процесса. Подробно представлена метаонтология «РИУ».

**Литература**

1. Автоматизированная технологическая подготовка производства самолета Sukhoi Superjet 100 [Текст] / М. А. Погосян, А. И. Пекариш, О. С. Сироткин, Ю. М. Тарасов, С. О. Огарков, Д. Ю. Стрелец // Наука и технологи в промышленности. – 2011. – № 3. – С. 30 – 35.

2. Российская энциклопедия CALS. Авиационно-космическое машиностроение / Гл. ред. А. Г. Братухин. – М. : ОАО «НИЦ АСК», 2008. – 608 с.

3. Gomez-Perez, A. Ontologies: Theory, methods and tools. Tutorial [Text] / A. Gomez-Perez // The Fourth Summer School on Ontological Engineering and the Semantic Web, 2006 (SSSW'06), March 29 2006.

4. Gruninger, M. Ontologies to support process integration in enterprise engineering [Electronic resource] / M. Gruninger, K. Atefi, M. Fox // Computa-

tional and Mathematical Organization Theory. – 2000. – No. 6. – P. 381-394. – Access mode: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.570.2974&rep=rep1&type=pdf>. – 12.09.2017.

5. Гаврилова, Т. А. Базы знаний интеллектуальных систем [Текст] / Т. А. Гаврилова, В. Ф. Хорошевский. – СПб. : Пумер, 2000. – 384 с.

6. Futrell, M. T. The IDEF5 Application Procedure. Master's Project Report [Text] / M. T. Futrell. – Department of Industrial Engineering, Texas A&M University, College Station, TX, 1991. – 187 p.

7. Воробьев, Ю. А. Концепция создания технологических систем сборки транспортных средств с использованием пневмоимпульсного ручного инструмента [Текст] / Ю. А. Воробьев // Вісник СевНТУ. Серія: Машиноприладобудування та транспорт : зб. наук. пр. / [Севастоп. нац. техн. ун-т та ін.]. – Севастополь, 2011. – Вип. 122. – С. 7–9.

8. Волкова, В. Н. Основы теории систем и системного анализа: учебник для вузов [Текст] / В. Н. Волкова, А. А. Денисов. – Санкт-Петербург : Изд-во СПбГПУ, 2003. – 520 с.

Устройство	Ручные импульсные устройства (РИУ)	Эргономика, сангигиена, экономика	Эргономические, санитарно-гигиенические требования, себестоимость	①
		Конструктивно-силовая схема	Базовые элементы конструкции	②
		Энергопривод	Вид энергоносителя	③
		Назначение	Сборочно-монтажные операции	④
↓				
Сфера применения	Разделительные процессы	Пробивка (просечка) отверстий	Образование отверстий с помощью пуансона и (без) матрицы	⑤
		Прошивка отверстий	Предварительная операция получения отверстий с использованием прошивной	
		Чеканка гнезд	Формование гнезда в тонкой обшивке по форме гнезда в каркасе или по форме матрицы	
		Очистка отливок	Обрубка заусенцев и литников	
↓				
Принцип действия	Обработка взрывом	Порохами или бризантными взрывчатыми веществами (ВВ)	Используется давление пороховых газов на рабочий инструмент	⑥
		Горючими газовыми смесями	Смесь кислорода с водородом или метаном, пропаном, ацетиленом	
↓				
Конструкция	Рабочая среда (инструмент)	Твердое тело	Рабочий инструмент – обжимка, дорн, фильера, индентор, оправка, шарик и пр.	⑦
		Электромагнитное поле	Оснастка построена по одно- или двухконтурной, индукторной или безиндукторной схемам	
		Упруго-эластичная среда	Деформирование осуществляется резиной, полиуретаном и т.п.	
		Ударная волна	Ударная волна возникает в жидкой среде вследствие взрыва или электрического импульса	
↓				
Эргономические, санитарно-гигиенические, экономические характеристики	Эргономика	Удобство в эксплуатации	Доступность и простота управления и регулировки	⑧
		Вес	Вес ручного инструмента или его частей, воспринимаемый руками оператора в процессе работы, не должен превышать 100 Н	
		Усилия нажатия на инструмент и пусковое устройство	Усилия нажатия на РИУ не должно превышать 100 Н, пусковых устройств – 10 Н	

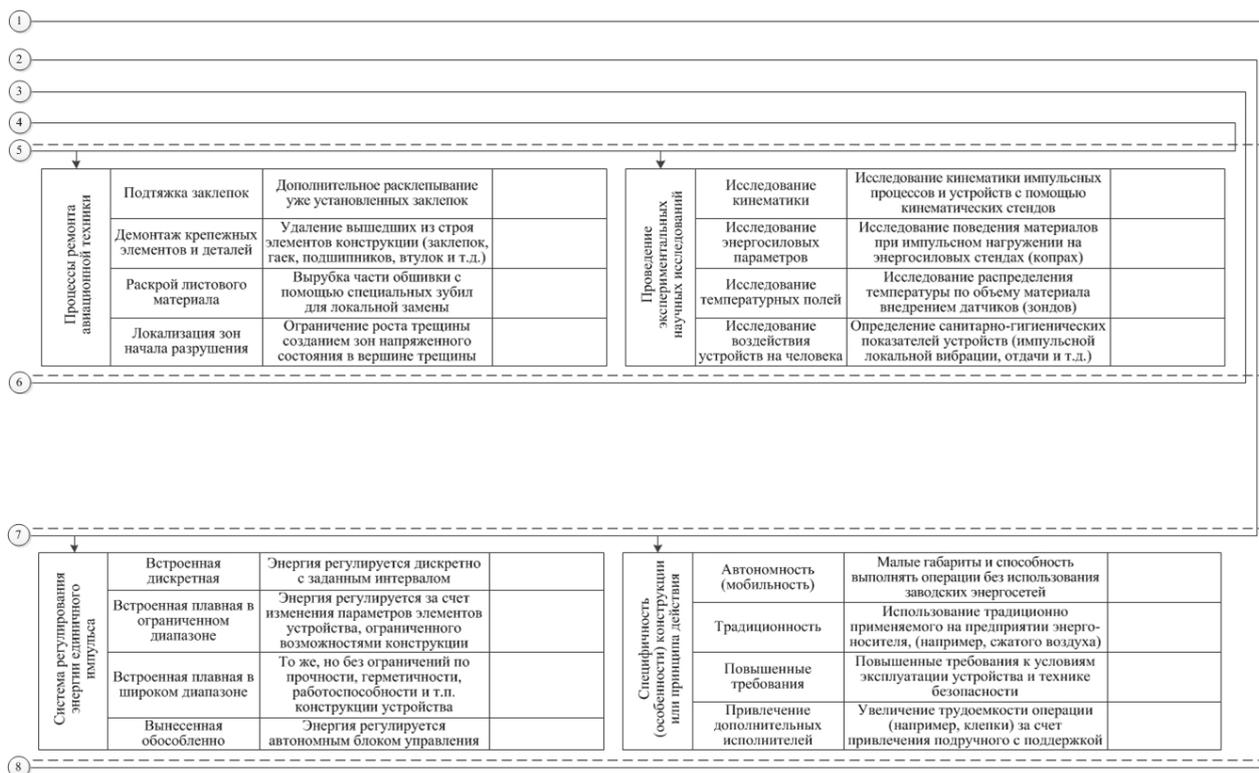
Рис. 1. Метаонтология «РИУ»

1										1
2										2
3										3
4										4
5										5
Отделочные и упрочняющие процессы	Прямое дорнование отверстий	Упрочнение отверстий при проталкивании (протягивании) дорна		Процессы клепки	Прямая клепка стержневых заклепок	Формирование замыкающей головки при удержании закладной головки поддержки				
	Прямое и обратное дорнование отверстий	Упрочнение при прямом ходе, калибровка при обратном ходе			Клепка саморезующих заклепок	Постановка заклепок без образования отверстий				
	Обжатие кромок отверстий	Обжатие конической оправкой или стальными полированными шариками			Клепка «глухих» соединений	Формирование замыкающей головки в «глухом» отверстии упруго-эластичной средой				
	Барьерное обжатие отверстий	Упрочнение с образованием углублений серповидной формы			Синхронная клепка стержней (ЗУ)	Синхронные удары двух РИУ по торцам стержня				
Пневматический	Пневматические РИУ	Используется сжатый воздух заводской пневмосети давлением 0,5±0,1 МПа		Электрический	Электродинамический метод	Использование кинетической энергии соленоида в магнитном поле				
	Пневмогидравлические РИУ	Используется сжатый газ (азот) давлением ≥ 20 МПа и гидрожидкость давлением 7-24 МПа			Индукционный метод	Использование энергии сильных импульсных магнитных полей				
Передающая среда (энергоноситель)	Сжатый воздух	Сжатый воздух заводской пневмосети давлением 0,5±0,1 МПа		Композитная накопителя энергии	Отсутствует	Генерируемая энергия непосредственно воздействует на инструмент				
	Электромагнитное поле	Движение инструмента осуществляется в созданном электромагнитном поле			Интегрирован в конструкцию РИУ	Энергоноситель накапливается в ресивере устройства				
	Жидкость	Использование гидроударников			Дифференцирован с конструкцией РИУ	Энергоноситель накапливается во внешнем ресивере, соединенном с конструкцией устройства				
	Газы (продукты горения)	Использование энергии продуктов горения порохов, горючих газовых смесей			Устроен по комбинированной схеме	Присутствуют как встроенный ресивер небольшого объема, так и внешний ресивер				
Сапигиена	Импульсная локальная вибрация	Состоит из одного или нескольких вибрационных воздействий, каждый длительность менее 1 с при частоте следования менее 5,6 Гц		Экономика	Себестоимость РИУ	Сумма затрат на изготовление РИУ с учетом покупных деталей, узлов				
	Шум	Предельно допустимые уровни звукового давления, уровни звука и их эквивалентные уровни должны соответствовать СанПиН			Себестоимость технологии	Затраты на технологический процесс с использованием данного РИУ				
	Прочие вредные воздействия	Наличие токов высокого напряжения, выделение окиси углерода, охлаждение кистей рук, аэрозоль масел и др.			Себестоимость обслуживания и ремонта РИУ	Сумма затрат на обслуживание и ремонт устройства и оснастки к нему				

Продолжение рис. 1. Метаонтология «РИУ»

1										1
2										2
3										3
4										4
5										5
Процессы образования / демонтажа болтовых соединений	Постановка болтов	Забивка болтов с радиальным натягом до 1,3%		Процессы монтажа	Оконцевание жил электропроводов и кабелей	Упаковка жил с упруго-пластически деформируемым наконечником				
	Удаление болтов при ремонте	Выбивка болтов			Монтаж трубопроводов	Раздача трубчатых наконечников, компенсаторов, переходников				
	Постановка стержня болт-заклепки	Забивка стержня болт-заклепки с натягом до 1,5%			Клеймение, кернение	Нанесение микрорельефа жестким индикатором				
	Формирование замыкающей головки болт-заклепки	Обжатие кольца за счет осевого перемещения обжимки			Расчеканка лопаток турбин	Осадка шипов лопаток турбин в бандажной ленте				
Композитная базовых элементов конструкции (конструктивные решения)	Классическая схема	Рукоятка замкнутого типа, расположенная вдоль оси устройства		Система управления	Механическая	Курковой (кнопочный) механизм с системой клапанов и золотников				
	С ограниченными осевыми размерами	Рукоятка пистолетного типа			Электрическая	Электромагнитные клапаны, вентили, золотники и пр.				
	С ограниченными радиальными размерами	Ось инструмента смещена относительно оси устройства			Электронная (дистанционная)	Сенсоры				
	С особыми энергетическими требованиями	Соосность деталей инструмента и восприятие нагрузок осуществляется скобой			Комбинированная	Одновременное использование элементов различных систем управления				

Продолжение рис. 1. Метаонтология «РИУ»



Окончание рис. 1. Метаонтология «РИУ»

## References

- Pogosjan, M. A., Pekarsh, A. I., Sirotkin, O. S., Tarasov, Ju. M., Ogarkov, S. O., Strelec, D. Ju. Avtomatizirovannaja tehnologicheskaja podgotovka proizvodstva samoleta Sukhoi Superjet 100 [Automated technological preparation of production of the Sukhoi Superjet 100 aircraft]. *Nauka i tehnologi v promyshlennosti*, 2011, no. 3, pp. 30–35.
- Bratuhin, A. G., editor. *Rossijskaja jenciklopedija CALS. Aviacionno-kosmicheskoe mashinostroenie* [Russian Encyclopedia CALS. Aerospace Engineering]. Moscow, OAO «NIC ASK» Publ., 2008. 608 p.
- Gomez-Perez, A. Ontologies: Theory, methods and tools. *The Fourth Summer School on Ontological Engineering and the Semantic Web*, 2006 (SSSW'06), March 29 2006.
- Gruninger, M., Atefi, K., Fox, M. Ontologies to support process integration in enterprise engineering. *Computational and Mathematical Organization Theory*, 2000, no. 6, pp. 381–394. Available at: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.570.2974&>

rep=rep1&type=pdf (Accessed 12.09.2017).

- Gavrilova, T. A., Horoshevskij, V. F. *Bazy znaniy intellektual'nyh sistem* [Intelligent Systems Knowledge Base]. Saint Petersburg, Piter Publ., 2000. 384 p.
- Vorob'ev, Ju. A. Koncepcija sozdaniya tehnologicheskix sistem sborki transportnyh sredstv s ispol'zovaniem pnevmoimpul'snogo ruchnogo instrumenta [The concept of creating technological systems for assembling vehicles using a pneumopulse hand tool]. *Visnik SevNTU «Mashinoprikladobuduvannja ta transport»* [A herald of the Sevastopol national technical university «Instrument making and transport»]. Sevastopol, 2011, vol. 122, pp. 7–9.
- Futrell, M. T. *The IDEF5 Application Procedure. Master's Project Report*. Department of Industrial Engineering, Texas A&M University, College Station, TX, 1991. 187 p.
- Volkova, V. N., Denisov, A. A. *Osnovy teorii sistem i sistemnogo analiza* [Fundamentals of systems theory and systems analysis]. Saint Petersburg, SPbGPU Publ., 2003. 520 p.

Поступила в редакцию 17.10.2017, рассмотрена на редколлегии 23.11.2017

## ТЕХНОЛОГІЯ СТВОРЕННЯ МЕТАОНТОЛОГІЇ «РУЧНІ ІМПУЛЬСНІ ПРИСТРОЇ»

Ю. А. Воробйов, М. В. Нечипорук

У роботі наведено результати створення метаонтології «Ручні імпульсні пристрої». Визначено основні ідеї та підходи оцінки ефективності процесу придбання знань. Описано два види тактики при створенні метаонтології «РІП». Розглянуто аспекти формування метаонтології відповідно до вимог IDEF5. Для створю-

ваної метаонтології «РІП» була обрана низхідна структура. Для об'єктивізації знань в процес вилучення була включена спеціальна процедура фільтрації послідовності питань через спеціальні горизонтальні рівні, що відповідають укрупненим концептуальним фрагментам понять предметної області і забезпечують повноту знань. Для верифікації процесів контролю якості знань було застосовано підхід до вилучення знань, що базується на об'єктивізації оцінки експерта за допомогою автоматизації процесу формування безлічі питань і процедури його реалізації при дотриманні умови повноти. В результаті реалізації структурно-онтологічного підходу було оптимізовано процес вилучення знань і, тим самим, в цілому підвищено ефективність створення метаонтології. При підтримці (розвитку) метаонтології «РІП» було реалізовано режим автоматизованого застосування знань, який представлено у вигляді узагальненого алгоритму реалізації даного процесу. Детально представлено метаонтологію «РІП».

**Ключові слова:** ручний імпульсний пристрій, метаонтологія, процес придбання знань, експертна оцінка.

## TECHNOLOGY OF METAONTOLOGY CREATION "MANUAL PULSE DEVICES"

*Ju. A. Vorob'ev, N. V. Netshyporuk*

The results of creation of metaontology "Manual pulse devices" are presented in the work. The main ideas and approaches for assessing the effectiveness of the process of acquiring knowledge are determined. Two types of tactics are described when creating metaontology "MPD". The aspects of formation of metaontology in accordance with IDEF5 requirements are considered. For the created metaontology "MPD", a descending structure was chosen. To objectify knowledge in the extraction process, a special procedure was used to filter the sequence of questions through special horizontal levels that corresponded to enlarged conceptual fragments of the concepts of the domain and provided the completeness of knowledge. The sequence of questions to the expert was constructed according to the scheme "from the general to the particular". With the right answers, the extraction of knowledge was terminated by the condition of achieving a lower level of ontology (undetermined concepts), if all the horizontal stages were also passed. If, however, an unsatisfactory answer was received from the expert in the course of the dialogue on a question that was correlated with the upper level of the ontology, then a transition was made at the appropriate horizontal level and the expert was asked the same type of attitude; if an unsatisfactory answer was received at one of the lower levels, then the transition was made to the upper level and the expert was asked a question related to the subsequent higher-level concept. If the process of extracting knowledge ended up with an "incidental" concept of the top-level ontology, this indicated the need to identify and involve additional experts in the knowledge discovery process. To verify the knowledge quality control processes, an approach to knowledge extraction was used, based on the objectification of the expert's assessment by automating the process of forming a set of questions and the procedure for its implementation, while complying with the completeness condition. At the same time, the simultaneous fulfillment of the conditions of completeness of coverage of the subject area and minimization of information redundancy was observed due to the construction of the mapping of metaontology into a formalized scheme of problem-oriented representation of the domain. As a result of the implementation of the structural-ontological approach, the process of extracting knowledge was optimized, and, thus, the overall effectiveness of creating metaontology was improved. With the support (development) of the metaontology "MPD", the automated application of knowledge was implemented, presented as a generalized algorithm for realizing this process. Metaontology "MPD" is presented in detail.

**Keywords:** manual pulse device, metaontology, knowledge acquisition process, expert evaluation.

**Воробьев Юрий Анатольевич** – канд. техн. наук, доц., проф. кафедры автомобилей и транспортной инфраструктуры, Национальный аэрокосмический университет им. Н. Е. Жуковского «Харьковский авиационный институт», Харьков, Украина, e-mail: yuriy.vorobyov@gmail.com.

**Нечипорук Николай Васильевич** – д-р техн. наук, проф., и.о. ректора, Национальный аэрокосмический университет им. Н. Е. Жуковского «Харьковский авиационный институт», Харьков, Украина, e-mail: prorector\_afa@khai.edu

**Vorob'ev Yuri Anatolyevich** – PhD, Professor of Department of Automobiles and Transport Infrastructure, National Aerospace University «Kharkiv Aviation Institute», Kharkov, Ukraine, e-mail: yuriy.vorobyov@gmail.com.

**Nechyporuk Nikolai Vasilievich** – Doctor of Science on Engineering, acting Rector, National Aerospace University «Kharkiv Aviation Institute», Ukraine, e-mail: prorector\_afa@khai.edu.