

## ПРИМЕНЕНИЕ КОГНИТИВНЫХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СТАНОЧНЫХ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ ОБРАБАТЫВАЮЩИХ ЦЕНТРОВ

Медведев В. С., Медведев В. В., Рюмшин Р. А., Плеханова Л. В.

Розглянуто методику проектування верстатних пристосувань із використанням когнітивних моделей. Вони дозволили моделювати розумову діяльність людини, оптимізувати варіанти вибору конструкцій, накопичувати бази нових знань. Вони також забезпечили урахування різних зовнішніх факторів на конструкцію верстатного пристосування на етапі допроектного аналізу. Увага приділена проектуванню універсальних верстатних пристосувань для токарських обробних центрів, у яких закладена можливість заміни частини механізму. Обраний напрямок розробок є перспективним, тому що дозволяє істотно розширити технологічні можливості верстатних пристосувань. Це дозволило на одному базовому агрегаті створювати конструкції, що дозволяють базувати заготовки різної конфігурації по зовнішніх і внутрішніх поверхнях. Розроблено схеми конструкцій верстатних пристосувань, у яких ураховуються задані зовнішні фактори.

Рассмотрена методика проектирования станочных приспособлений с использованием когнитивных моделей. Они позволили моделировать умственную деятельность человека, оптимизировать варианты выбора конструкций, накапливать базы новых знаний. Они также обеспечили учет различных внешних факторов на конструкцию станочного приспособления на этапе предпроектного анализа. Внимание уделено проектированию универсальным станочным приспособлениям для токарных обрабатывающих центров, в которых заложена возможность замены части механизма. Выбранное направление разработок является перспективным, так как позволяет существенно расширить технологические возможности станочных приспособлений. Это позволило на одном базовом агрегате создавать конструкции, позволяющие захватывать заготовки различной конфигурации по наружным и внутренним поверхностям. Разработаны схемы конструкций станочных приспособлений, в которых учитываются заданные внешние факторы.

The design method of machine-tool adaptations with the use of cognitive models is considered. Cognitive models allow to model intellection of man, optimize the variants of construction choice, accumulate new knowledge bases. They also provided the account of influence of different external factors on the construction of machine-tool adaptation on the stage of pre-project analysis. Attention is paid to the universal machine-tool adaptations design for lathe processing centers with possibility of replacement of part of mechanism. The chosen direction of development is perspective, because it allows substantial extension of machine-tool adaptations technological possibilities. It makes possible to create constructions allowing to take the purveyances of different configuration on outward and internal surfaces on the one base aggregate. The charts of constructions of machine-tool adaptations taking into account the set external factors are worked out.

Медведев В. С.

ст. преп. каф. ТМ ДГМА  
[gazeta@dgma.donetsk.ua](mailto:gazeta@dgma.donetsk.ua)

Медведев В. В.

доц. ДонНТУ.  
[vadim.medvedev@ua.fm](mailto:vadim.medvedev@ua.fm)

Рюмшин Р. А.

инженер-технолог ПАО «НКМЗ»  
[rossi\\_kram@mail.ru](mailto:rossi_kram@mail.ru)

Плеханова Л. В.

студент ДГМА  
[mila-mila113@rambler.ru](mailto:mila-mila113@rambler.ru)

ДГМА – Донбасская государственная машиностроительная академия, г. Краматорск;  
ДонНТУ – Государственное высшее учебное заведение «Донецкий национальный технический университет», г. Донецк;

ПАО «НКМЗ» – Публичное акционерное общество «Новокраматорский машиностроительный завод», г. Краматорск.

УДК 658.52.011.56

Медведев В. С., Медведев В. В., Рюмшин Р. А., Плеханова Л. В.

**ПРИМЕНЕНИЕ КОГНИТИВНЫХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ  
СТАНОЧНЫХ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ ОБРАБАТЫВАЮЩИХ ЦЕНТРОВ**

В практике проектирования станочных приспособлений (СП) для токарных обрабатывающих центров (ОЦ) перспективными являются конструкции системы универсальных наладочных приспособлений (УНП). Они позволяют выполнять наладку СП в ходе операции во время перерывов механообработки. Система УНП состоит из базового агрегата, который постоянно находится на ОЦ, и сменных наладок, которые устанавливаются по мере необходимости. Сменные наладки позволяют изменять вид СП и его технологические возможности, при этом на одном базовом агрегате могут монтироваться различные токарные патроны, оправки или специальные конструкции токарных СП. Быстрая переналадка, заложенная в сущности системы УНП, обеспечивает снижение штучного времени выполнения операции, и, тем самым, увеличение производительности труда.

Известны конструкции наладочных патронов, например, фирмы Forkardt, реализующие преимущества системы УНП (рис. 1).

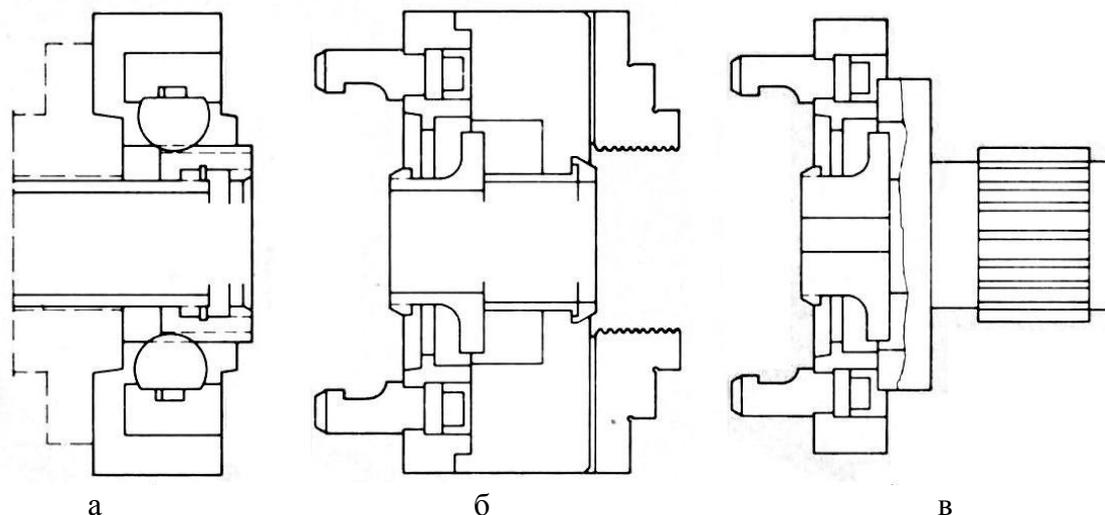


Рис. 1. Схема патрона токарного фирмы Forkardt:

а – базовый агрегат, б – сменная наладка – трехкулачковый патрон, в – сменная наладка – оправка

В базовый агрегат патрона можно устанавливать две сменные наладки. При этом установка сменной наладки б) обеспечивает захват заготовок по наружным поверхностям, а при установке наладки в) обеспечивается захват по внутренним поверхностям заготовки. Стыковочным узлом являются отверстия на базовом агрегате и штыри на сменных наладках. Однако основным недостатком конструкции являются повышенные требования к точности позиционирования шпинделя ОЦ по координате «С». От этого зависит плавность входа стыковочных штырьков сменных наладок в отверстия базового агрегата. При стыковке базового агрегата со сменными наладками между штырьками и отверстиями должны быть гарантированные зазоры, что может привести к появлению вибраций. Поэтому проектирование конструкций, лишенных этих и других недостатков, является перспективным.

Успех проектирования зависит от квалификации конструктора, что неминуемо вносит «человеческий фактор». Поэтому в процессе проектирования необходимо опираться на алгоритмы и модели, поддерживающие творческие процессы. В работах [1–3] разработаны когнитивные, интеллектуальные модели для решения конструкторских задач. При этом разработанная новая модель [2] соединила преимущества когнитивных моделей и нейронных сетей.

Целью работы является повышение эксплуатационных качеств наладочных станочных приспособлений на базе когнитивных моделей проектирования.

Основными задачами исследования являются:

1. Исследование когнитивных связей между организационными, эксплуатационными факторами и конструкцией токарных СП.

2. Разработка новых вариантов конструкций токарных СП.

На стадии предпроектного анализа проводится формирование концепции изделия. Проведение концептуального анализа объекта проектирования предполагает решение ряда задач, а именно:

- разделение системы на функциональные элементы;
- выявление атрибутов (характеристик) выделенных элементов;
- нахождение взаимосвязей (отношений) между структурными элементами;
- построение на основе выявленных свойств и отношений моделей функционирования;
- выявление существенных для процесса получения знаний признаков и свойств описания объекта.

Решения перечисленных задач требует построения структурного описания технической системы, которая реализуется моделью. Модели иногда представляют как совокупность понятий, их характеристик и отношений, а в зависимости от того, какие элементы, характеристики и отношения используются, различают отдельные типы когнитивных моделей.

Когнитивная модель в совокупности с нейронной сетью с точки зрения технических направлений знаний, приведенная в работе [2, 4], позволяет:

- моделировать умственную деятельность человека;
- обеспечивать структуры, моделирующие хранения, извлечения информации, суждения, оценки;
- иметь концепты, которые используются в системах с искусственным интеллектом;
- оптимизировать варианты выбора конструкций;
- накапливать базы новых знаний.

Особенности СП определяются условиями его эксплуатации и, в конечном итоге, когнитивными в предпроектном анализе. Так когнитивными атрибутами, при проектировании СП для токарных ОЦ, являются цели, ценности и действия, по которым и строятся когнитивы предпроектного анализа. Когнитивные связи предлагается формировать при рассмотрении основных требований, предъявляемых к СП.

В представленной когнитивной модели устанавливаются положительные и отрицательные связи между различными факторами, определяющими их влияние друг на друга. В результате анализа связей можно сделать вывод о необходимости улучшения того или иного фактора (или нескольких факторов). На основе анализа мнений экспертов и лиц, принимающих решение, строится структурное представление ситуации в виде когнитивной карты, представляющей собой граф, вершинами которого служат основные факторы (концепты), а дугами – взаимовлияние факторов.

Для разработки когнитивной модели, факторы (концепты) группируются по двум базам:

1. Ценности:

X1 – инвариантность положения наладки относительно базового агрегата;

X2 – виброустойчивость;

X3 – надежность закрепления наладки;

X4 – себестоимость.

## 2. Действия:

X5 – стыковочный узел с цилиндрическими поверхностями;

X6 – стыковочный узел с коническими поверхностями;

X7 – закрепление стыковочного узла механическими устройствами;

X8 – закрепление стыковочного узла гидравлическими устройствами;

X9 – закрепление наладки и заготовки одним приводом;

X10 – закрепление наладки и заготовки отдельными приводами;

X11 – закрепление заготовки в наладках движением штока в одном направлении;

X12 – закрепление заготовки в наладках движением штока в двух направлениях;

Когнитивная карта (табл. 1) отражает наличие влияния факторов друг на друга, а динамика изменения ситуации учитывается когнитивной моделью, которая является графом, в котором вершины (концепты) X1-X12 являются базисными факторами, а функциональная зависимость между соответствующими факторами представлена весомостями. Весомость показывает влияние одного фактора на другой. Так, для оценки характера влияния использованы дискретные значения -1, 0, +1, при этом:

-1 – отрицательное влияние фактора;

0 – фактор не влияет;

+1 – положительное влияние фактора

Таблица 1

Когнитивная карта

	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12
X1	0	+1	+1	+1	-1	+1	+1	+1	0	0	0	0
X2	+1	0	+1	0	-1	+1	+1	+1	0	0	0	0
X3	+1	+1	0	+1	-1	+1	+1	+1	-1	+1	0	0
X4	-1	-1	-1	0	-1	-1	0	0	+1	-1	0	0
X5	-1	+1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
X6	+1	+1	+1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
X7	0	0	+1	+1	0	0	0	0	-1	+1	0	0
X8	0	0	-1	-1	0	0	0	0	+1	+1	0	0
X9	0	0	-1	+1	0	0	-1	-1	0	0	+1	-1
X10	0	0	+1	-1	0	0	+1	+1	0	0	+1	-1
X11	0	0	+1	+1	0	0	-1	+1	-1	+1	0	0
X12	0	0	-1	-1	0	0	-1	+1	+1	+1	0	0

Для определения целенаправленного поведения в когнитивной модели выделен целевой фактор X1 – инвариантность положения наладки при стыковке с базовым агрегатом, как фактор, определяемый требованиями по точности СП. Повышение X1 положительное влияние имеет на X2, X3, X4, X6, X7, X8, и отрицательно – на X5.

На базе разработанной когнитивной модели проведено проектирование ряда наладочных приспособлений для токарных ОЦ. В данной работе представлено три конструкции, в которых брались отдельные целевые факторы.

В конструкции патрона наладочного (рис. 2) в качестве целевых факторов используются X6, X8, X10, X11. Согласно концепции системы УНП патрон состоит из базового агрегата 1 и сменной наладки 2. Базовый агрегат устанавливается на планшайбе ОЦ. Центрирование сменной наладки выполняется по внутренней конической поверхности корпуса наладки, а фиксация и передача крутящего момента происходят за счет восьми выдвижных клинов 3 базового агрегата, которые входят в канавку, выполненную на внутренней конической поверхности корпуса сменной наладки. Количество клинов выбрано из условия их прочности.

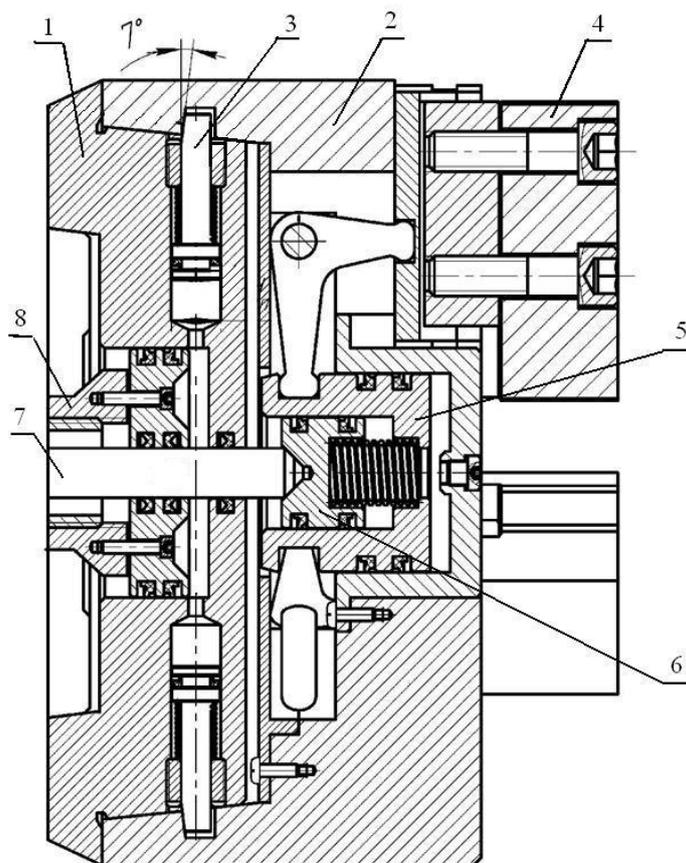


Рис. 2. Патрон токарный с гидропластмассовыми устройствами закрепления наладки и заготовки

В конструкции патрона используется двоянный вращающийся пневмоцилиндр. Шток первого пневмоцилиндра 8 обеспечивает закрепление сменной наладки. При этом шток 8 давит на поршень цилиндра с гидропластмассой. Гидропластмасса перетекает в цилиндры клинов 3, которые обеспечивают закрепление наладки.

Шток 7 обеспечивает закрепление заготовки. При этом он входит в конус плунжера 6, который, перемещаясь вправо, сжимает гидропластмассу. Она передает давление на поршень 5. Этот поршень движется влево и через рычажный механизм передает силу закрепления на три губки 4.

В конструкции патрона наладочного (рис. 3) в качестве целевых факторов использованы X6, X7, X8, X11. Патрон состоит из базового агрегата 1 и сменной наладки 2. Центрирование, фиксация и передача крутящего момента сменной наладке происходят за счет сил трения, возникающих в результате ее прижима к коническим поверхностям базового агрегата. Прижим сменной наладки осуществляется тремя клинами 3, которые своими осями 4 перемещаются по конической поверхности поршня 5. Отличительной особенностью данного патрона от предыдущей конструкции является то, что для повышения фактора X9 в качестве привода взят стандартный токарный вращающийся пневмоцилиндр с одним поршнем и с функцией управления длиной перемещения штока.

Для закрепления заготовки поршень 5 перемещается вправо в крайнее положение и давит на плунжер 8. Через гидроусилитель, выполненный аналогично предыдущей конструкции, и рычаг 6 усилие закрепления заготовки передается на три губки 7.

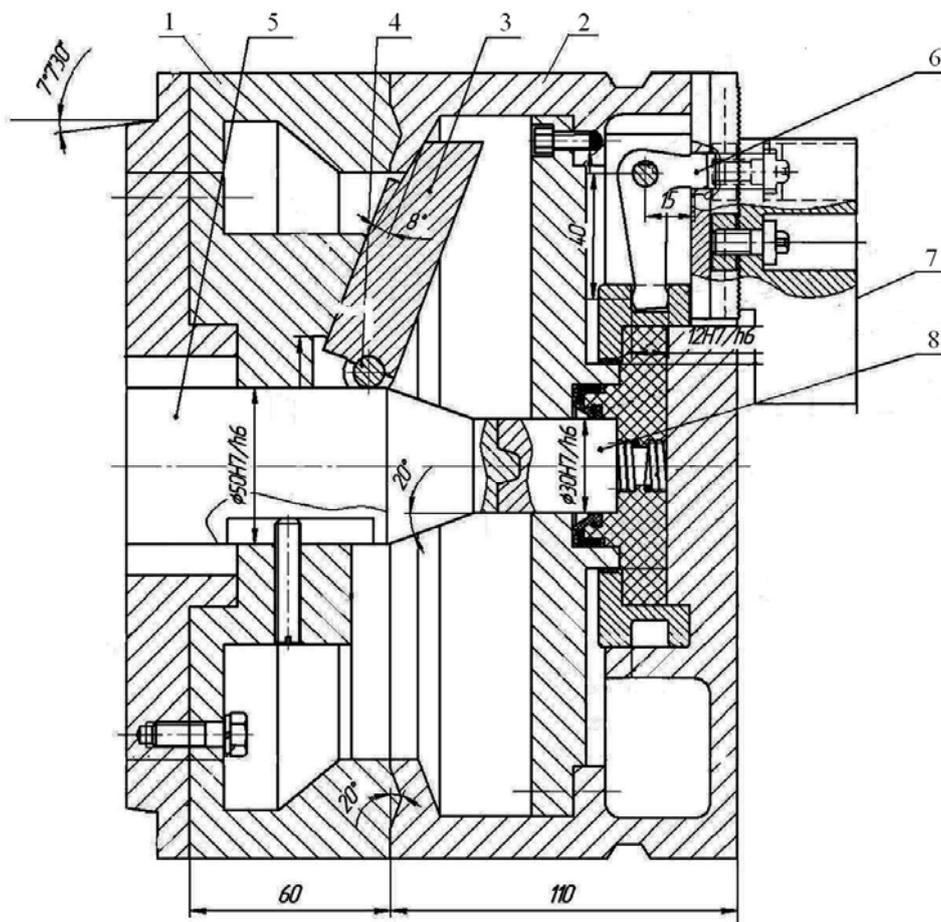


Рис. 3. Патрон токарный с механическим закреплением наладок и гидропластмассовым устройством закрепления заготовок

В качестве привода используется управляемый пневмоцилиндр. Он обеспечивает перемещение поршня на заданную длину посредством установленных датчиков. Первый датчик контролирует величину перемещения штока для крепления самой наладки к базовой части, второй – контролирует величину перемещения штока, необходимую для перемещения кулачков и закрепления заготовки.

В конструкции патрона наладочного (рис. 4) в качестве целевых факторов использованы X6, X7, X8, X10 X11. Патрон состоит из базового агрегата 1 и сменной наладки 2. Центрирование, фиксация и передача крутящего момента сменной наладке происходят за счет сил трения, возникающих в результате ее прижима к коническим поверхностям базового агрегата. Прижим сменной наладки осуществляется тремя клинами 3, на которые усилие от штока 5 передается конусом 4.

Закрепление заготовки производится через гидроусилитель и рычажный механизм. Шток 6 перемещается вправо и воздействует на плунжер 9, сжимая гидропластмассу. Давление передается на поршень 8, который передает усилие закрепления через рычажный механизм на губки 7. В качестве привода используется двойной вращающийся токарный пневмоцилиндр.

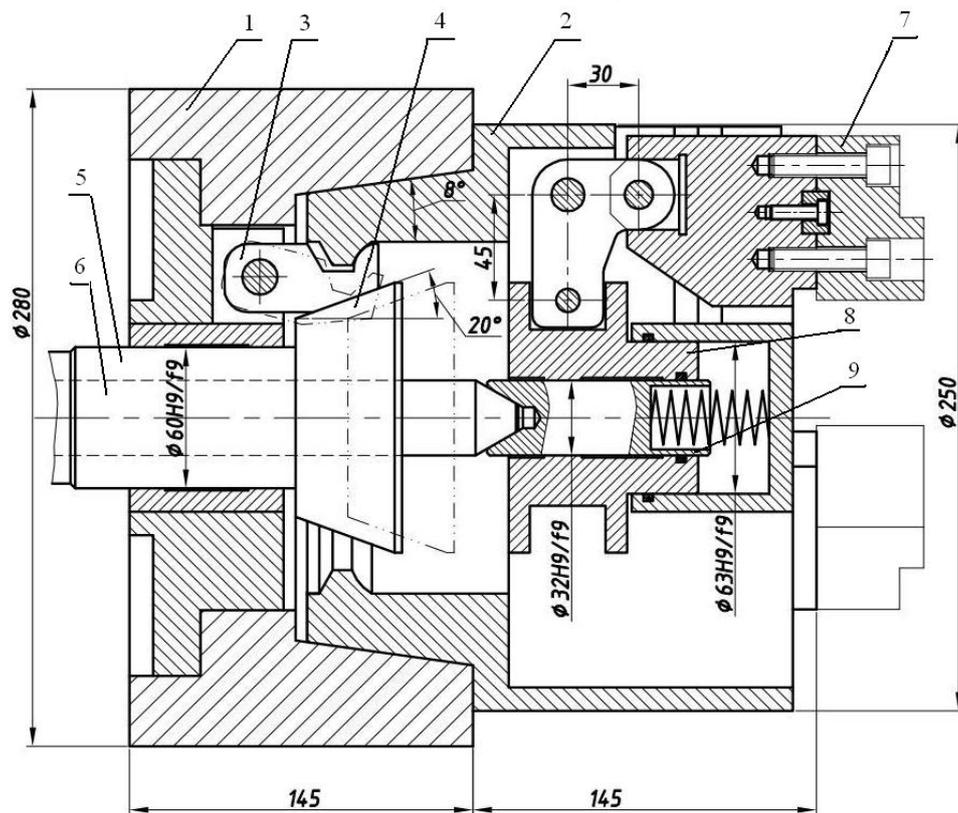


Рис 4. Патрон токарный с механическим устройством для закрепления наладок и гидропластмассовым устройством для закрепления заготовок

### ВЫВОДЫ

Представленная когнитивная модель может быть применена при проектировании СП для токарных ОЦ. Ее преимущество состоит в не консервативности, которое обеспечивается вводом дополнительных концептов в существующую модель.

Модель позволяет проводить предпроектный анализ, учитывая множество технических, организационных и эксплуатационных факторов.

Применение данной когнитивной модели позволяет генерировать новые знания в данной области науки благодаря наглядному представлению инцидентностей между анализируемыми факторами.

На основании анализа инцидентности между анализируемыми техническими, организационными и эксплуатационными факторами разработаны конструкции УНП для эксплуатации на токарных обрабатывающих центрах.

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Козлов Л. А. Когнитивное моделирование на ранних стадиях проектной деятельности: Учебное пособие / Л. А. Козлов – Алт. гос. техн. Университет им. И. И. Ползунова. – Барнаул : АлтГТУ. – 2008. – 246 с.
2. Медведев В. С. Когнитивные модели для проектирования вспомогательного инструмента / В. С. Медведев, В. В. Медведев, Б. А. Дячкин // Научный Вестник ДДМА. – Краматорськ, 2013. – № 1 (11E). – С. 76–85.
3. Медведев В. С. Разработка классификатора станочных приспособлений на базе когнитивных моделей / В. С. Медведев, Р. А. Рюмишин // Вестник Донбасской державной машинобудівної академії: збірник наукових праць. – Краматорськ : ДДМА, 2012. – № 2 (27). – С. 76–82.
4. Медведев В. В. Метод оперативной настройки диагностических систем / В. В. Медведев, В. С. Медведев // Машиностроение и техносфера XXI века: сборник трудов XVI международной научно-технической конференции в г. Севастополе, 14–19 сентября 2009 г. В 4-х томах. – Донецк : ДонНТУ, 2009. – Т.2. – С. 240–244.