

9. Кириченко, Л. О. Исследование выборочных характеристик, полученных методом мультифрактального флуктуационного анализа [Текст]: сб. наук. пр. / Л. О. Кириченко // Вісник НТУУ «КПІ». Інформатика, управління та обчислювальна техніка. — 2011. — № 54. — С. 101–111.
10. Любушин, А. А. Исследование случайных флуктуаций геофизических полей [Электронный ресурс] / А. А. Любушин. — 2015. — Режим доступа: \www/:URL: http://www.ifz.ru/fileadmin/user_upload/subdivisions/506/Konferencii/2015/Lectons/Lyubushin.pdf
11. Romanov, V. Multifractal Analysis And Multiagent Simulation For Market Crash Prediction [Electronic resource] / V. Romanov, V. Slepov, M. Badrina A. Federyakov. — 2008. — Vol. 41. — 10 p. — Available at: \www/:URL: <http://www.witpress.com/elibrary/wit-transactions-on-information-and-communication-technologies/41/18898>
12. Старченко, Н. В. Индекс фрактальности и локальный анализ хаотических временных рядов [Текст]: дисс. ... канд. физ.-мат. наук: 01.01.03 / Н. В. Старченко. — М.: Московский инженерно-физический ин-т, 2005. — 122 с.
13. Николаева, Е. В. Города как фрактальные перекрестки мира [Текст] / Е. В. Николаева // Лабиринт. Журнал социально-гуманитарных исследований. — 2012. — № 3. — С. 92–106.
14. Дегтяренко, И. В. Алгоритм поиска интервалов монофрактальности в неоднородных фрактальных процессах [Текст] / И. В. Дегтяренко, А. М. Гарматенко // Збірник наукових праць ДонІЗТ. — 2014 — № 37. — С. 59–67.

МУЛЬТИФРАКТАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ДИНАМИКИ ФОНДОВЫХ ИНДЕКСОВ АЗИИ: НИККЕИ И НКСЕ

Исследована динамика фондовых индексов Азии: НКСЕ и НИККЕИ с использованием мультифрактального анализа.

Проведены расчеты коэффициентов Херста и выявлено наличие памяти в исследуемых временных рядах. Временные ряды характеризуются мультифрактальными свойствами. Графически изображены такие характеристики временных рядов, как мультифрактальный спектр сингулярности и динамика флуктуационных функций.

Ключевые слова: финансовые индикаторы, динамика индексов, мультифрактальный анализ, фондовые индексы, индекс Херста.

Ляшенко Елена Игоревна, доктор економічних наук, професор, кафедра економічної кібернетики, Київський національний університет ім. Т. Шевченка, Україна.

Крицун Катерина Игоревна, аспірант, кафедра економічної кібернетики, Київський національний університет ім. Т. Шевченка, Україна, e-mail: kateryna.krytsun@gmail.com.

Ляшенко Елена Игоревна, доктор економічних наук, професор, кафедра економічної кібернетики, Київський національний університет ім. Т. Шевченка, Україна.

Крицун Катерина Игоревна, аспірант, кафедра економічної кібернетики, Київський національний університет ім. Т. Шевченка, Україна.

Lyashenko Olena, Taras Shevchenko National University of Kyiv, Ukraine.

Krytsun Kateryna, Taras Shevchenko National University of Kyiv, Ukraine, e-mail: kateryna.krytsun@gmail.com

УДК 004.78

DOI: 10.15587/2312-8372.2016.66172

**Собчак А. П.,
Шостак И. В.,
Шабанова-Кушнарченко Л. В.**

РАЗРАБОТКА ГИБРИДНОЙ МОДЕЛИ ФОРМИРОВАНИЯ КООРДИНИРУЮЩИХ РЕШЕНИЙ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРОЦЕССА НА ПРИБОРОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

Рассмотрен гибридный подход к синтезу модели формирования координирующих решений по рациональной организации процесса производства изделий на приборостроительных предприятиях. Указанная модель дает возможность выявить и устранить коллизии, возникающие в процессе производства. Показано, что гибридная модель может быть использована в составе интеллектуального ядра системы поддержки принятия решений в производственном менеджменте.

Ключевые слова: гибридный подход, непрерывно-дискретные системы, гибридные автоматы, линейная семантическая модель.

1. Введение

Система поддержки принятия решений (СППР) может быть представлена в общем случае как непрерывно-дискретная система, что дает возможность при описании ее функционирования в зависимости от целей моделирования представлять поведение некоторых ее

компонентов как непрерывных процессов, а поведение других компонентов — как дискретных процессов.

По мере развития бизнеса, упорядочения структуры организации, проблема разработки и внедрения СППР становится особенно актуальной. Ограниченность человеческих ресурсов и постоянное желание сократить расходы привели к созданию систем, которые могут

учитывать различные аспекты, способные повлиять на выбор того или иного варианта в процессе принятия решения, а также рассчитать наиболее привлекательные из них.

Особую актуальность приобретают системы, предназначенные для поддержки принятия решений. Название этих систем соответствует их назначению: по запросу пользователя «выдавать» советы по поведению в складывающейся на анализируемом объекте ситуации, причем делать это на уровне опытного человека, эксперта в своей области.

Таким образом, при проведении исследования необходимо вначале привести определение понятия и основных свойств непрерывно-дискретных систем и далее перейти к моделированию функционирования СППР.

2. Анализ литературных данных и постановка задачи

Развитием дискретного темпорального подхода, описанного в работах [1–5] для решения задач моделирования и анализа дискретных параллельных [6] и распределенных систем является гибридный подход к исследованию непрерывно-дискретных систем, требующий дальнейшего развития не в целом, а в частных аспектах. В этом и заключаются исследования данной работы.

Уже в конце 80-х исследователями [7–11] было сделано заключение, что на его основе ситуационного подхода может быть осуществлен синтез систем поддержки принятия решений (СППР) с элементами искусственного интеллекта для информационной и аналитической поддержки принимаемых решений даже при отсутствии детерминированных моделей.

Актуальность разработки методических и инструментальных средств для синтеза интеллектуальных СППР подтверждается противоречием Фикса, Олфена [12], проявляющимся в том, что стоимость и ответственность управленческих решений постоянно возрастает, а время, на их информационную и аналитическую поддержку уменьшается. Разрешается — это противоречие внедрением СППР в контур управления [13–16].

Обобщая рассмотренные учения и работы исследователей, можно говорить о том, что система не предназначена для замены человека, принимающего решения, хотя в экстренных случаях такая замена возможна (при наличии надежного интерфейса с объектом управления [17]). Лицу, принимающему решения, предлагается несколько альтернативных вариантов решений. Право выбора конкретного решения остается за человеком.

Значительная часть информации, необходимая для математического описания объекта, существует в форме представлений и пожеланий специалистов — экспертов, имеющих опыт работы с данным объектом, считает Воронцов К. В. [18]. Исходя из этого в работе будет подвержен исследованию непрерывно-дискретных систем гибридный подход, а также предложен типичный алгоритм СППР, присущий виртуальным приборостроительным предприятиям и воодушевлен на примере.

3. Объект, цель и задачи исследования

Объект исследования — производственный процесс приборостроительного предприятия.

Цель исследования — необходимо сформировать гибридную модель принятия координирующих решений при реализации производственного процесса на приборостроительных предприятиях, представив в виде автоматизированного алгоритма работы гибридного агента.

Для решения поставленной цели необходимо рассмотреть и решить следующие задачи:

- привести определение понятия и основных свойств непрерывно-дискретных систем;
- смоделировать функционирование СППР в разрезе согласования результатов решений локальных подсистем;
- построить автоматную модель типового фрагмента СППР для процесса производства приборостроительного предприятия.

4. Методы, используемые для построения модели формирования координирующих решений при реализации сборочных процессов на приборостроительных предприятиях

4.1. Исследуемые объекты и оборудование, которое использовалось в работе. В исследовании, в качестве объекта выступал процесс производства приборостроительного предприятия в разрезе. Рассматривался этап процесса сборки, производства, а также принятие решений на разных этапах производственного процесса приборостроительных предприятиях.

Использована теория верификации моделей, т. к. она достаточно полно представлена существующим подходом, а также гибридный подход, но использован лишь в части автоматного представления агрегативной системы с применением агрегативной модели Бусленко. При этом затронута линейная семантическая модель как самая простая, но в то же время корректно описывающая поведение системы.

4.2. Описание и свойства непрерывно-дискретных систем. Непрерывно-дискретная система содержит в себе в качестве элементов как динамические объекты, являющиеся по сути классическими динамическими системами, так и объекты дискретной природы, являющиеся дискретными системами.

Непрерывно-дискретной в общем случае называется сложная динамическая система, состоящая из большого числа взаимосвязанных и взаимодействующих элементов различной природы, а именно из элементов, поведение которых описывается непрерывными процессами, имеющими конечную длительность, и элементов, поведение которых описывается дискретными процессами, время выполнения которых несущественно для анализа системы.

Глобальное поведение гибридной (непрерывно-дискретной) системы описывается последовательностью локальных поведений, смена которых происходит под воздействием событий. Поведение непрерывно-дискретной системы можно, таким образом, представить бесконечной последовательностью сменяющих друг друга сложных длительных непрерывных и сложных мгновенных дискретных поведений, а саму систему — графом смены поведений, в котором каждая вершина определяет поведение в текущий момент времени, а каждый переход — условия смены поведений [6, 7].

Характерными особенностями поведения элемента непрерывно-дискретной системы являются:

- возможность мгновенного изменения значений параметров элемента (дискретная смена состояния);
- возможность мгновенной смены поведения элемента;
- выбор нового локального поведения как результат решения дискретной задачи с использованием текущей информации от окружающих элементов и в этом смысле недетерминированность поведения каждого отдельно взятого элемента;
- возможность периодических изменений фазовых траекторий.

Отдельные элементы взаимодействуют между собой. Это взаимодействие может носить в общем случае как непрерывный, так и дискретный характер. Наступление событий может зависеть от значений непрерывных параметров системы, с другой стороны, наступление события приводит к мгновенному изменению значений параметров и к мгновенной смене поведения одного или нескольких элементов системы. Необходимость учитывать взаимодействие приводит к дальнейшей структуризации описания поведения элемента, а именно в разделении переменных элемента на входные, выходные и переменные состояния. Сами взаимодействия осуществляются по каналам связи, описание которых также должно быть представлено в математической модели системы.

В процессе функционирования непрерывно-дискретной системы возможно изменение ее структуры, поскольку одни элементы могут порождать и уничтожать другие. Авторы статьи будут рассматривать систему статической структуры.

Агрегативная система может быть описана в терминах гибридного подхода к моделированию систем (т. е. описана в виде совокупности гибридных автоматов).

Для случая технологической службы и задач поддержки принятия решений при разработке сборочных технологических процессов выше было показано, что система является иерархической (многоуровневой) и распределенной, обменивается информацией, выполняя общую задачу.

Допущения, вводимые для гибридных моделей, описывающих такую систему:

- отсутствие учета времени в гибридной модели ввиду большой разницы между временем принятия решений (в том числе координирующих) и течением времени в процессе производства (то есть требуемой скорости принятия решений). Это означает, что возможное время принятия решений заведомо меньше, чем время, через которое результат этого решения будет использован в процессе производства;
- непрерывное поведение системы в определенных локациях на самом деле может представлять собой дискретное поведение, для которого в целях моделирования не важен сам ход процесса, а важны только посылки (начальные значения предикатов-инвариантов) и результаты. Такое локальное поведение (в частности им может быть любой процесс принятия решения) будем считать линейным непрерывным и, следовательно, будем использовать класс гибридных автоматов — линейные гибридные автоматы.

Сама же идея использования гибридных автоматов оставляет возможность в дальнейшем моделировать процессы, являющиеся истинно непрерывными, следовательно, модель обладает достаточной мощностью для описания более сложного поведения элементов системы в общем случае.

В дискретных параллельных системах возникает необходимость обеспечивать взаимодействие параллельных процессов: возникают проблемы критических секций, тупиков и зацикливаний, проблемы разработки синхронизирующих примитивов, организации очередей, защиты ресурсов и многие другие.

Авторы статьи будут использовать линейную семантическую модель как самую простую, но в то же время корректно описывающую поведение системы.

1. Язык спецификаций, с помощью которого могут быть формализованы свойства, которым должна удовлетворять параллельная система. Каждое свойство, описанное на языке спецификаций (в виде формулы), должно выполняться на множестве всех поведений (т. е. на семантике ее модели). Таким образом, определены правила для проверки истинности формулы на заданной семантике. Множество всех формально описанных свойств, которым должна удовлетворять параллельная система, является ее спецификацией.

2. Классификацию свойств. Все свойства поведения, которые могут быть формально описаны на языке спецификаций, могут быть разбиты на классы. Для каждого класса можно применять свои правила доказательства соответствия семантики заданным свойствам.

3. Теорию верификации, включающую в себя развитие различных подходов к доказательству соответствия вычислительной модели и ее спецификации. Среди подходов к верификации выделяются аксиоматическая система доказательств, базирующаяся на темпоральной логике [18], алгоритмы автоматической верификации [4], алгоритмы параметрического анализа [19].

В данной статье авторы не обращались к теории верификации моделей, т. к. она достаточно полно представлена существующим подходом [20], гибридный подход будет использован лишь в части автоматного представления агрегативной системы при указанных оговорках.

5. Результаты исследований, представленные в виде гибридного автомата и алгоритм его работы

Основываясь на синтезированном методе формирования координирующих решений, построим автоматную модель типового фрагмента СППР в нотациях А. Пнуэли [3] (рис. 1, 2). Дуги переходов помечены условиями совершения этих переходов.

Следует заметить, что в отличие от агрегативной модели Бусленко, автоматная модель не имеет сигнала запуска, а вместо этого для нее описывается начальная локация и назначается несложное начальное локальное поведение.

Обобщенный алгоритм работы гибридного агента, построенный на основе автоматного представления и формирования координирующих решений может быть построен и представлен в следующем виде (рис. 3).

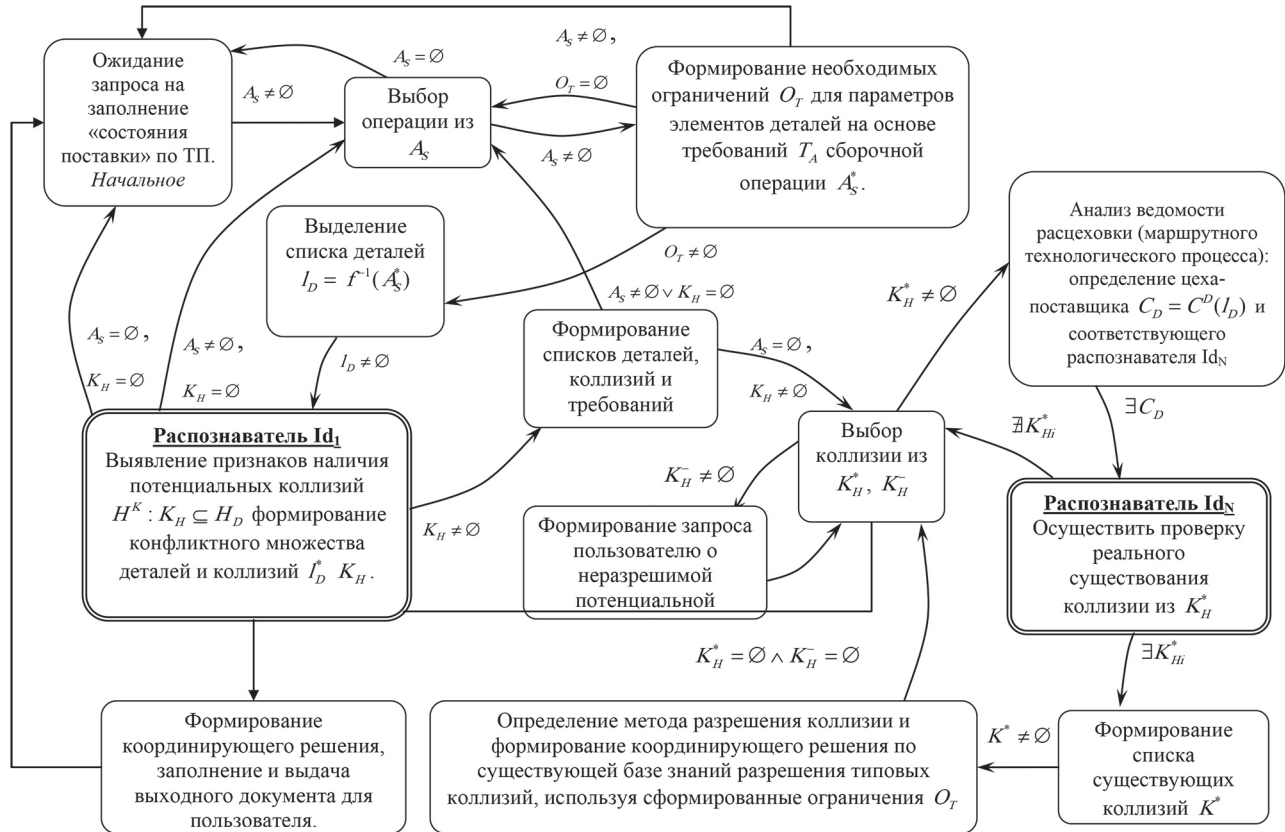


Рис. 1. Реализация формирования координирующих решений на основе гибридного подхода (граф, описывающий поведение системы в виде композиции гибридных автоматов)

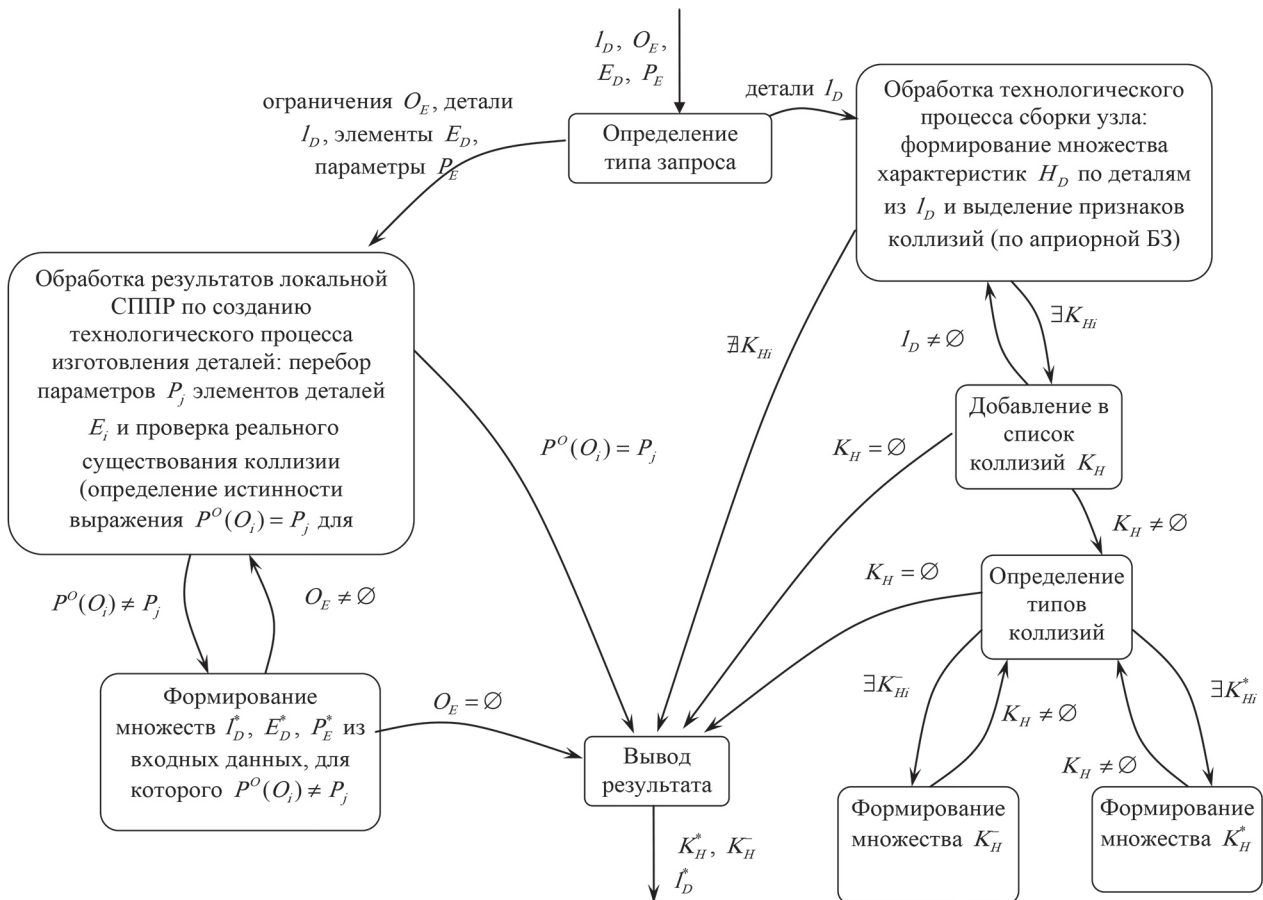


Рис. 2. Вложенный гибридный автомат, описывающий функционирование блока принятия решений типа «распознаватель»

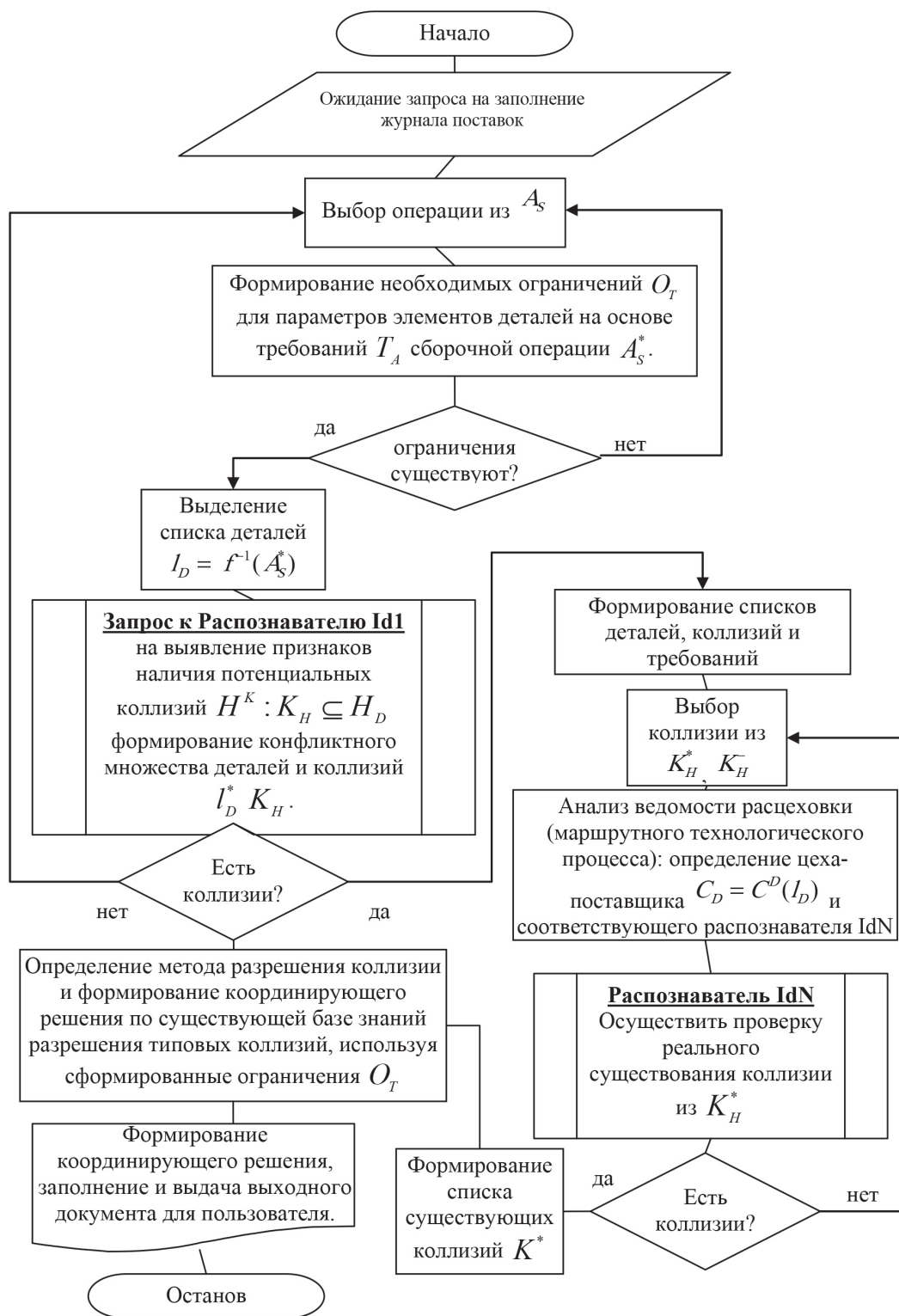


Рис. 3. Обобщенный алгоритм работы агента

6. Обсуждение результатов исследования сформированной гибридной модели принятия координирующих решений при реализации производственного процесса на приборостроительных предприятиях

Опираясь на приведенный выше обобщенный алгоритм гибридного подхода, виртуальное производственное

предприятие в результате обсуждений результатов работы, со своими корректировками под специфику деятельности запустило в работу алгоритм работы гибридного агента, построенный на основе автоматного представления.

Так, приведем пример алгоритма работы предприятия НПП «КИАТОН», где уже реализован данный подход формирования координирующих решений на основе гибридного подхода.

ООО НПП «КИАТОН» производитель маркированного оборудования, является виртуальным приборостроительным предприятием, а следовательно не имеет в наличии основных фондов для производства. Таким образом использование сформированного алгоритма является базой для создания программного аспекта определения агентов для реализации технических заданий, без вмешательства трудовых ресурсов, что значительно может сэкономить средства. На сегодняшний день, программное обеспечение находится на этапе завершения разработки. Его функционирование будет заключаться в том, что сотрудник предприятия вводит исходные данные необходимые для изготовления изделия, програм-

ма автоматически распределяет запросы, обрабатывает и выдает наиболее подходящие результаты решений. Список выбранных агентов подается руководству на рассмотрение, и руководитель самостоятельно обрабатывает информацию, учитывая критерии цены, сроков, качества, психологические аспекты необходимых затрат (то что не может обработать машинный интеллект) и др., предпринимает единственно правильное решение.

Ниже представлен типичный алгоритм выбора агента для формирования координирующих решений процесса производства оборудования приборостроительного предприятия, на примере НПП «КИАТОН» (рис. 4).

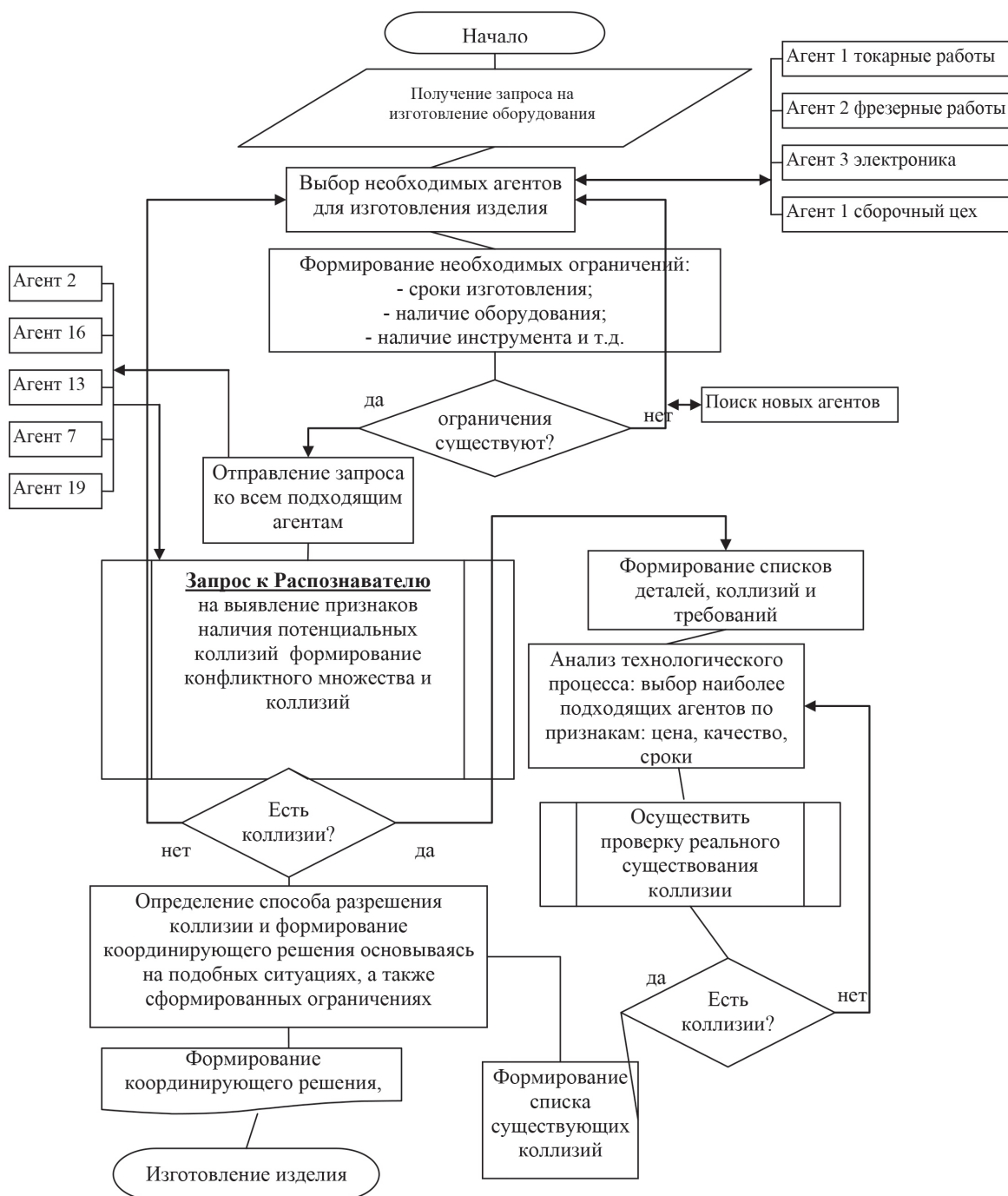


Рис. 4. Алгоритм выбора агента для формирования координирующих решений процесса производства оборудования приборостроительного предприятия

7. Выводы

В результате проведенных исследований:

1. Приведены основные положения гибридного подхода к описанию непрерывно-дискретных систем, особенности системы. Сама же идея использования гибридных автоматов оставляет возможность в дальнейшем моделировать процессы, являющиеся истинно непрерывными, т. е. модель обладает достаточной мощностью для описания более сложного поведения элементов системы.
2. С помощью расширенной модели был синтезирован метод формирования координирующих решений для согласования результатов решений локальных подсистем производства, изготавливающих сборочные единицы. Учтена необходимость брать во внимание взаимодействие, что привело к дальнейшей структуризации описания поведения элемента, а именно в разделении переменных элемента на входные, выходные и переменные состояния.
3. Построен в виде автоматизированного алгоритма работы типового фрагмента СППР формирования координирующих решений по технологической подготовке такого этапа производства как сборка. Сделано заключение о возможности распространения блоков синтезированной структуры в качестве типовых для построения распределенной СППР на примере виртуального приборостроительного предприятия НПП «КИАТОН».

Литература

1. Alur, R. Hybrid automata: An algorithmic approach to the specification and analysis of hybrid systems [Text] / R. Alur, C. Courcoubetis, T. Henzinger, P.-T. Ho // Lecture Notes in Computer Science. — 1993. — Vol. 736. — P. 209–229. doi:10.1007/3-540-57318-6_30
2. Manna, Z. Verification of concurrent programs: Temporal proof principles [Text] / Z. Manna, A. Pnueli // Lecture Notes in Computer Science. — 1982. — Vol. 131. — P. 200–252. doi:10.1007/bfb0025785
3. Manna, Z. Verifying hybrid systems [Text] / Z. Manna, A. Pnueli // Lecture Notes in Computer Science. — 1993. — Vol. 736. — P. 4–35. doi:10.1007/3-540-57318-6_22
4. McManis, J. Suspension Automata: A Decidable Class of Hybrid Automata [Text]: 6 International Conference CAV'94 / J. McManis, P. Varajya // Lecture Notes in Computer Science. — 1994. — Vol. 818. — P. 105–117. doi:10.1007/3-540-58179-0_47
5. Maler, O. Prom timed to hybrid systems [Text] / O. Maler, Z. Manna, A. Pnueli // Lecture Notes in Computer Science. — 1992. — Vol. 600. — P. 447–484. doi:10.1007/bfb0032003
6. Cutkovsky, M. R. PACT: An Experiment in Integrating Concurrent Engineering Systems [Text] / M. R. Cutkovsky, R. S. Engelmores, R. E. Fikes, M. R. Genesereth, T. R. Gruber, W. S. Mark, J. M. Tenenbaum, J. C. Weber // Computer. — 1993. — Vol. 26, № 1. — P. 28–37. doi:10.1109/2.179153
7. Jennings, N. R. Developing Industrial Multi-Agent Systems [Text] / N. R. Jennings, J. M. Corera, I. Laresgoiti // Proceedings of First International Conference on Multiagent Systems. — San-Francisco, USA: AAAI press/The MIT press, 1995. — P. 423–330.
8. Wiederhold, G. Mediators in the Architecture of Future Information System [Text] / G. Wiederhold // Computer. — 1992. — Vol. 5, № 3. — P. 38–49. doi:10.1109/2.121508
9. Рассел, С. Искусственный интеллект: современный подход [Текст]: пер. с англ. / С. Рассел, П. Норвиг. — М.: Издательский дом «Вильямс», 2006. — 1408 с.
10. Finin, T. KQML as an agent communication language [Text] / T. Finin, R. Fritzson, D. McKay, R. McEntire // Proceedings of the third international conference on Information and knowledge management-CIKM'94. — New York: Association for Computing Machinery (ACM), 1994. — P. 456–463. doi:10.1145/191246.191322
11. Gero, J. Expert systems in CAD [Text] / J. Gero // Computer-Aided Design. — 1985. — Vol. 17, № 9. — P. 396–398. doi:10.1016/0010-4485(85)90286-6
12. Genesereth, M. Knowledge Interchange Format, Version 3.0 Reference Manual [Text]: Technical Report Logic 92-1 / M. R. Genesereth, R. E. Fikes et al. — Stanford University, 1992. — 68 p. doi:10.1.1.54.8601
13. Вулф, А. Универсальный комплекс для разработки ЭС реального времени [Текст] / А. Вулф // Электроника. — 1987. — № 6. — С. 43–46.
14. McGuire, J. G. SHADE: Technology for Knowledge-based Collaborative Engineering [Text] / J. G. McGuire, D. R. Kuokka, J. C. Weber, J. M. Tenenbaum, T. R. Gruber, G. R. Olsen // Concurrent Engineering. — 1993. — Vol. 1, № 3. — P. 137–146. doi:10.1177/1063293x9300100301
15. Asarin, E. Reachability analysis of dynamical systems having piecewise-constant derivatives [Text] / E. Asarin, O. Maler, A. Pnueli // Theoretical Computer Science. — 1995. — Vol. 138, № 1. — P. 35–65. doi:10.1016/0304-3975(94)00228-b
16. Городецкий, В. И. Многоагентные системы (обзор) [Текст] / В. И. Городецкий, М. С. Грушинский, А. В. Хабалов // Новости искусственного интеллекта. — 1998. — № 2. — С. 64–116.
17. Джексон, П. Введение в экспертные системы [Текст]: пер. с англ. / П. Джексон. — 3-е изд. — М.: Издательский дом «Вильямс», 2001. — 624 с.
18. Воронцов, К. В. Обзор современных исследований по проблеме качества обучения алгоритмов [Текст] / К. В. Воронцов // Таврический вестник информатики и математики. — 2004. — № 1. — С. 5–22. — Режим доступа: \www/URL: http://www.ccas.ru/frc/papers/voron04twim.pdf
19. Sriram, D. Knowledge-Based System Applications in Engineering Design: Research at MIT [Text] / D. Sriram, G. Stephanopoulos, R. Logcher, D. Gorrard N. Groleau, D. Serrano, D. Navinchandra // AI magazine. — 1989. — Vol. 10, № 3. — P. 79–96. doi:10.1609/aimag.v10i3.758
20. Кормен, Т. Алгоритмы: построение и анализ [Текст]: пер. с англ. / Т. Кормен, Ч. Лейзерсон, Р. Ривест, К. Штайн. — 2-е изд. — М.: Издательский дом «Вильямс», 2005. — 1296 с.

РОЗРОБКА ГІБРИДНОЇ МОДЕЛІ ФОРМУВАННЯ КООРДИНУЮЧИХ РІШЕНЬ ПРИ РЕАЛІЗАЦІЇ ВИРОБНИЧОГО ПРОЦЕСУ НА ПРИЛАДОВУДІВНИХ ПІДПРИЄМСТВАХ

Розглянуто гібридний підхід до синтезу моделі формування координуючих рішень щодо раціональної організації процесу виробництва виробів на приладобудівних підприємствах. Зазначена модель дає можливість виявити і усунути колізії, що виникають у процесі виробництва. Показано, що гібридна модель може бути використана в складі інтелектуального ядра системи підтримки прийняття рішень у виробничому менеджменті.

Ключові слова: гібридний підхід, безперервно-дискретні системи, гібридні автомати, лінійна семантична модель.

Собчак Андрій Павлович, кандидат технічних наук, доцент, кафедра менеджменту, Національний аерокосмічний університет ім. Н. Е. Жуковського «Харківський авіаційний інститут», Україна, e-mail: Sobchak@ukr.net.

Шостак Ігор Володимирович, доктор технічних наук, професор, кафедра комп'ютерної інженерії, Національний аерокосмічний університет ім. Н. Е. Жуковського «Харківський авіаційний інститут», Україна.

Шабанова-Кушнарєнко Любов Владимировна, інженер, кафедра інтелектуальних комп'ютерних систем, Національний аерокосмічний університет ім. Н. Е. Жуковського «Харківський авіаційний інститут», Україна.

Собчак Андрій Павлович, кандидат технічних наук, доцент, кафедра менеджменту, Національний аерокосмічний університет ім. М. С. Жуковського «Харківський авіаційний інститут», Україна.

Шостак Ігор Володимирович, доктор технічних наук, професор, кафедра комп'ютерної інженерії, Національний аерокосмічний університет ім. М. С. Жуковського «Харківський авіаційний інститут», Україна.

Шабанова-Кушнарєнко Любов Владимировна, інженер, кафедра інтелектуальних комп'ютерних систем, Національний аерокосмічний університет ім. М. С. Жуковського «Харківський авіаційний інститут», Україна.

Sobchak Andrey, Zhukovsky National Aerospace University «Kharkiv Aviation Institute», Ukraine, e-mail: Sobchak@ukr.net.

Shostak Igor, Zhukovsky National Aerospace University «Kharkiv Aviation Institute», Ukraine.

Shabanova-Kushnarenko Lubov, Zhukovsky National Aerospace University «Kharkiv Aviation Institute», Ukraine