

Ю.А. Шебеко<sup>1</sup>, К.Ю. Шуляк<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Межведомственный суперкомпьютерный центр РАН

<sup>2</sup> Московский физико-технический институт (государственный университет)

## **АГЕНТНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В ЗАДАЧАХ АВТОМАТИЗАЦИИ ПЛАНИРОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВА**

Агентное моделирование – современная парадигма, позволяющая исследовать нетривиальное поведение сложных систем и принимать на основе построенной модели взвешенные и обоснованные управленческие решения. Цель агентного моделирования – исследование децентрализованных систем, динамика функционирования которых определяется не глобальными правилами и законами, а наоборот, эти глобальные правила и законы являются результатом индивидуальной активности членов управленческих популяций. В то время, как традиционные подходы компьютерной имитации (системная динамика, дискретно-событийное моделирование) не предназначены для решения подобных задач, мультиагентные модели достаточно успешно с ними справляются. Прежде всего, учитывается поведение отдельно взятых “особей” системы, в результате чего становится возможным выявлять достаточно тонкие особенности коллективного поведения элементов системы, учитывать взаимодействия их друг с другом и с окружающей средой [1, 2].

В данной работе агентный подход применяется при разработке программной модели, пытающейся решать задачу составления производственного плана для предприятия, работающего в современных условиях конкурентной экономики. Принимаются во внимание постоянно меняющиеся значения внутренних и внешних факторов, когда необходимо выполнять поступающие заказы от клиентов за минимальное время и с минимальными затратами компании-производителя.

В модели используется принцип «*виртуальной*» торговли агентов за ресурсы, в результате которой наступает равновесие, где каждому агенту-заказу выделяется часть рабочего времени агента-ресурса (это состояние берется за основу производственного плана [3]). Такой способ позволяет осуществлять планирование в реальном времени, т.е. учитывать внезапные остановки оборудования или возникновение новых ресурсов и заказов простым добавлением, удалением или изменением параметров агентов модели [4].

Особенность работы заключается в том, что моделирование поведения ресурсов предприятия, взаимодействия их с источниками заказов, с внешними и внутренними ресурсами в рамках определенных ограничений и критериев оптимизации [5], используется не как простой набор результатов для дальнейшего анализа и принятия решений, а по сути уже является некоторым готовым решением (или набором решений)

задачи составления производственного плана. Другими словами, не предпринимается попытка найти аналитическое решение задачи в общем случае, а каждый раз для заданного набора данных в результате моделирования генерируется набор правдоподобных решений.

Для реализации данного приложения был выбран пакет AnyLogic 5.4.1., предоставляющий вполне удовлетворительную и комфортную среду разработки агентных моделей. Пакет позволяет сосредоточить внимание именно на конструировании моделей и визуализации результатов, не отвлекаясь на особенности интерпретации программного кода.

Настоящее состояние модели ограничено лишь решением задач распределения и загрузки производственных мощностей. Однако в дальнейшем предполагается расширить возможности модели на сферу планирования потребностей в материальных ресурсах и формирования себестоимости [6].

### **Литература**

1. *Карпов Ю.* Имитационное моделирование систем. Введение в моделирование с AnyLogic 5. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 400 с.: ил.
2. *Borshchev A., Filippov A.* From System Dynamics and Discrete Event to Practical Agent Based Modeling: Reasons, Techniques, Tools. The 22nd International Conference of the System Dynamics Society, July 25 - 29, 2004, Oxford, England.
3. *Wellner J., Dilger W.* MAPS- A Multi-Agent Production Planning System, Intelligent Agents in Information and Process Management, 1998.
4. *Tönshoff H., Woelk P.-O., Timm I. J., Herzog O.* Flexible Process Planning And Production Control Using Co-Operative Agent Systems. International Conference on Competitive Manufacturing (COMA '01), Stellenbosch, South Africa, 2001.
5. *Heinrich S., Durr H., Hanel T., Lassig J.* An Agent-based Manufacturing Management System for Production and Logistics within Cross-Company Regional and National Production Networks, pp. 007 - 014, International Journal of Advanced Robotic Systems, Volume 2, Number 1 (2005).
6. *Lima, R. M., Sousa, R. M. and Martins, P. J.* Distributed production planning and control agent-based system. International Journal of Production Research, 44(18 - 19): 3693-3709.