

Применение имитационного моделирования при оперативном управлении сложными системами

Т.В. Девятков¹, В.В. Девятков^{2,3}, А.В. Габалин⁴*

¹ООО «Элина-Компьютер», Казань, Россия

²Институт прикладных исследований Академии наук Республики Татарстан, Казань, Россия

³Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева, Казань, Россия

⁴Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН, Москва, Россия

**vladimir@elina-computer.ru*

Аннотация. В статье анализируются вопросы применения имитационных моделей для решения задач управления сложными системами. Описывается история вопроса – постепенное расширение направлений их использования в управлении. Отмечаются достаточно успешные результаты использования имитационных моделей для стратегического управления сложными системами в самых различных областях, например работы, описанные в [6, 7]. Упомянуто, что достаточно большое время исполнения большинства имитационных моделей затрудняет применение их в оперативном управлении, особенно для сложных систем. Предлагаются перспективы решения этой проблемы, связанные с синергией множества объективных факторов: появлением принципиально новых вычислительных возможностей, использованием современных концепций имитационных исследований, комбинацией метода имитационного моделирования с многофакторной оптимизацией и использованием модели в качестве решателя. Предоставление возможности проведения оптимизирующих экспериментов с моделью позволяет находить и рекомендовать наилучшие направления развития системы. Эффективность применения оптимизирующих экспериментов показана в статье для нахождения варианта оптимального планирования выпуска продукции нефтеперерабатывающим предприятием. Успешно была апробирована технология получения оптимального решения в среде моделирования за счет подключения к среде моделирования GPSS Studio комплекса многопараметрической оптимизации IOSO. По результатам работы был сделан вывод, что в перспективе получение оптимального решения позволит использовать имитационную модель в качестве автоматического «интеллектуального решателя» в автоматизированных процессах производственного планирования. Проведенный анализ и оценки показали, что комплексное использование всех новых возможностей обеспечивает достижение синхронизации времени исполнения модели и требуемого времени реакции на выработку управляющего решения. Делается вывод о начале активного использования метода имитационного моделирования для оперативного управления сложными системами.

Ключевые слова: имитационное моделирование, GPSS Studio, управление, оптимизационно-имитационный подход, решатель

Для цитирования: *Девятков Т.В., Девятков В.В., Габалин А.В.* Применение имитационного моделирования при оперативном управлении сложными системами // Прикладная информатика. 2023. Т. 18. № 2. С. 60–72. DOI: 10.37791/2687-0649-2023-18-2-60-72

Simulation modeling application in complex system management

T. Devyatkov¹, V. Devyatkov^{2,3*}, A. Gabalin⁴

¹LLC Elina-Computer, Kazan, Russia

²Institute of Applied Research Tatarstan Academy of Sciences, Kazan, Russia

³Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev, Kazan, Russia

⁴V.A. Trapeznikov Institute of Control Sciences of Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

*vladimir@elina-computer.ru

Abstract. The article analyses the issues of the simulation models application in the large systems management. The background of the issue, specifically, the gradual increase of the models application domain in the management, is described. Quite successful results of the simulation models application in the strategic management of complex systems in different branches are noticed, for example, the works described in [6, 7]. It is mentioned that quite long execution time of most simulation models make it difficult to use them in the operational management, especially for complex systems. The possible solutions of this problem related to the synergy of multiple factors, primarily the emergence of the fundamentally new computational capabilities, use of contemporary concepts of simulation investigations, a combination of the simulation modeling with the multi-factor optimization, the use of the model as a solver, are proposed. The ability to conduct optimizing experiments with the model allows to find and recommend the best ways of the system development. The effectiveness of the simulation experiments application is shown in this article for the optimal planning of the oil refining company output. The technique of the optimal solution finding in the modeling environment by means of the connection of the IOSO multiparameter optimization software to the GPSS Studio modeling environment was successfully tested. Based on the results of the work, it was concluded that in the future the technique of optimal solution finding will allow use of the simulation model as an automatic “intellectual solver” in automatic production planning processes. The analysis and estimations performed showed that the integrated use of all new possibilities ensures the synchronization of the model execution time and the required time bounds of the management solution production. The conclusion about the beginning of active use of the simulation modeling method for the complex systems operational control is made.

Keywords: simulation modeling, GPSS Studio, control, optimization and simulation approach, solver

For citation: Devyatkov T., Devyatkov V., Gabalin A. Simulation modeling application in complex system management. *Prikladnaya informatika*=Journal of Applied Informatics, 2023, vol.18, no.2, pp.60-72 (in Russian). DOI: 10.37791/2687-0649-2023-18-2-60-72

Введение

Появление в середине прошлого века программных инструментов, реализующих метод имитационного моделирования (далее – ИМ), позволило значительно расширить рамки практического системного анализа сложных систем. Это было важно по трем причинам. Во-первых, слож-

ность окружающих систем неуклонно возрастала – увеличивалось количество элементов систем и связей между ними, усложнялись логика и алгоритмы функционирования отдельных элементов и системы в целом. Во-вторых, применение аналитических моделей, использующих методы теории систем массового обслуживания, сетей Петри, линейного программирования, из-за существенных