

*Филяев Михаил Петрович, д.т.н.
(институт военно-системных исследований,
Военная академия материально-технического
обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулёва,
Санкт-Петербург)*

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССОВ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ НА ОСНОВЕ ПРИМЕНЕНИЯ СОВРЕМЕННЫХ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ СРЕДСТВ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Аннотация: Рассматриваются проблемные вопросы имитационного моделирования сложных систем и процессов, обосновывается актуальность разработки имитационных моделей процессов материально-технического обеспечения (МТО) на основе применения современных инструментальных средств. Анализируется потенциал наиболее распространенных программных сред имитационного моделирования относительно задач управления материально-техническим обеспечением сложных организационно-технических систем.

Ключевые слова: МТО, моделирование, имитационная модель, программная среда, Anylogic, iWebsim, GPSS STUDIO.

В последние десятилетия наблюдается стремительное внедрение компьютерных технологий в процессы управления сложными организационно-техническими системами в различных сферах деятельности. Развитие высокопроизводительных компьютерных систем, кроме того, инициировало резкий скачок в разработке методов и инструментальных средств имитационного моделирования и их широкое использование как, в частности, для решения задач оптимизации отдельных процессов, так и для повышения эффективности управления в целом. Особенный интерес вызывает применение имитационного моделирования при организации процессов материально-технического обеспечения (МТО) сложных организационно-технических систем, так как эффективность функционирования последних непосредственно зависит от своевременности и ресурсоемкости их МТО.

В данной статье рассматриваются возможные способы разработки имитационных моделей процессов МТО и акцентируется внимание на применении прикладного программного обеспечения и интегрированных систем программирования, призванных существенно облегчить построение моделей, проведение экспериментов и выведение результатов, включая возможности их визуализации. Актуальность рассматриваемого вопроса обусловлена особенностями процесса разработки имитационных моделей. В отличие от программной реализации аналитических моделей, адекватное ими-

тационное моделирование процессов МТО фактически невозможно без непосредственного взаимодействия разработчика модели и специалиста в исследуемой предметной области для полного понимания сути и логики моделируемого процесса. Ввиду многообразия и специфики моделируемых процессов МТО организация такого взаимодействия на практике может быть затруднена и неэффективна из-за значительного увеличения временных затрат, что в итоге может привести к разработке либо неадекватных имитационных моделей, либо к существенному увеличению их стоимости.

Прогресс в развитии методов и инструментальных средств имитационного моделирования обусловлен существенными преимуществами имитационных моделей по сравнению с аналитическими [2]:

- учет изменяющихся случайным образом параметров;
- возможность моделировать процессы, которые сложно или невозможно описать аналитическими зависимостями;
- использование динамически изменяющихся параметров вместо усредненных значений позволяет исследовать комплексные взаимосвязи между ними;
- повышение адекватности моделей и достоверности результатов моделирования.

У имитационных моделей есть фактически один, но существенный недостаток – это их высокая стоимость, определяемая значительными трудозатратами и квалификацией разработчиков. Поэтому, если задача однозначно решается аналитическими методами – имитационное моделирование не целесообразно. Тем не менее, анализ особенностей структуры и характеристик процессов МТО, необходимость учета взаимодействия с внешней средой, свидетельствует о том, что эффективное решение задач их рациональной организации в современных условиях возможно только на основе имитационного моделирования.

Оценка эффективности и оптимизация процессов МТО основаны на разработке определенной совокупности математических моделей различной степени широты и детализации. Задачи выбора рациональной структуры и параметров системы МТО могут быть успешно решены лишь на моделях, охватывающих всю систему в целом, а задачи выбора основных параметров подсистем и элементов системы могут и должны решаться на частных моделях, охватывающих те или иные совокупности элементов системы.

В зависимости от степени детализации процессов МТО моделирование можно проводить на аналогично рассмотренным в работе [6] системном, функциональном или логическом уровнях. При моделировании процессов на системном уровне осуществляется абстрагирование наиболее существенных черт функционирования и поведения системы и создания упрощенного модельного отображения. На функциональном уровне проводится моделирование объектов подсистем, а логический уровень предусматривает моделирование элементов подсистем.

Таким образом, имитационное моделирование как метод совершенствования управления процессами МТО заключается в конструировании модели реальной системы МТО и постановке экспериментов на ней с целью изучения её поведения; в оценке ограничений, налагаемых некоторым критерием или совокупностью критериев; в выборе стратегий, обеспечивающих её рациональное функционирование.

Имитационное моделирование при этом сводится к тому, что на языках программирования высокого уровня либо на языках функционального и логического программирования создаются программы, моделирующие процессы МТО в реальном масштабе времени [3]. Его применение позволяет достигнуть высокой точности результатов, моделировать взаимодействие подсистем МТО во времени, учесть неопределённости и случайные события.

Основные способы разработки имитационных моделей рассмотрены в работах [4, 5]. Их анализ, обобщение и систематизация позволили определить схемы разработки имитационных моделей процессов МТО, представленные на рис.1.

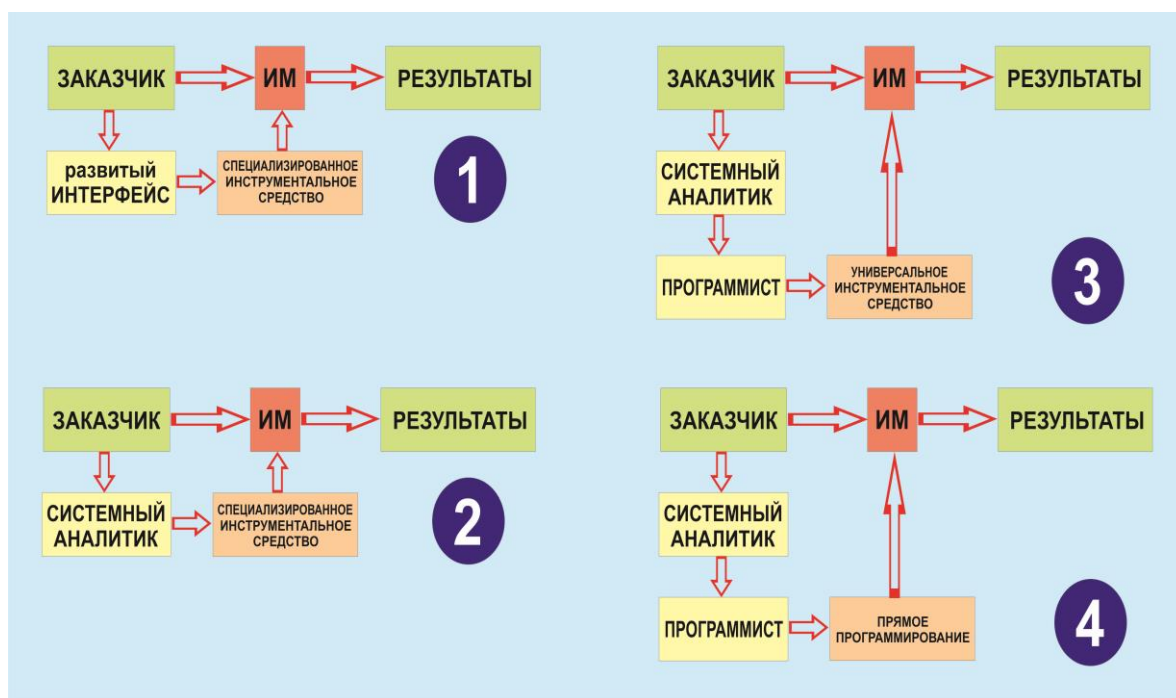


Рис.1 Схемы разработки имитационных моделей

Идеальным для заказчиков имитационных моделей было бы применение схемы 1, но практически она мало реализуема из-за дополнительной высокой стоимости интерфейса пользователя и необходимости осуществления его постоянной поддержки со стороны разработчика. Основное распространение при создании имитационных моделей процессов МТО в настоящее время по-

лучила схема 3. Это обусловлено наличием и относительной доступностью в современных условиях универсальных инструментальных средств имитационного моделирования в виде интегрированных программных сред [1, 7, 8].

Важнейшее влияние на адекватность разрабатываемых имитационных моделей оказывают возможности применяемого инструментального средства. В результате проведенного исследования были определены возможности применения для моделирования процессов МТО как наиболее распространенных (AnyLogic), так и относительно новых (GPSS Studio, iWebSim) программных сред. Результаты сравнения представлены табл.1.

Таблица. 1. Сравнение программных сред имитационного моделирования

Критерии оценки	AnyLogic	GPSS STUDIO	iWebsim
Универсальность применения	+++	+	+++
Методическое сопровождение	+++	+	+
Графический интерфейс	+++	+	++
Возможности визуализации	+++	+	++
Доступность (стоимость)	+ (высокая)	++ (средняя)	+++ (условно бесплатно)
Интеграция с ГИС	+	-	+
Зависимость от Internet ресурсов	+	+	+++

Программная среда AnyLogic по всем анализируемым критериям безусловно превосходит GPSS Studio и iWebSim, чем и обусловлено её широкое применение разработчиками имитационных моделей. Отличительными особенностями рассматриваемого инструментального средства являются поддержка всех трех известных в настоящее время методологий имитационного моделирования и возможность создавать многоподходные модели [7]. Кроме того, практика применения AnyLogic для моделирования систем МТО свидетельствует о возможности логического описания моделируемых процессов стандартными процедурами библиотеки моделирования с настройкой их на требуемые параметры.

При этом основной целью имитационного моделирования процессов МТО является снижение издержек различного вида, включая, временные и ресурсные издержки, такие как затраты на транспортировку, комплекто-

вание, упаковку, погрузку-разгрузку, управление запасами и др. Их снижение достигается на основе определения рациональных вариантов организации рассматриваемых процессов, характеризующейся минимальными конфликтами по использованию общих ресурсов системы. Это вносит наибольший вклад в повышение эффективности функционирования системы МТО и тем самым определяет качество и эффективность функционирования соответствующей сложной организационно-технической системы в целом.

Тем не менее, не смотря на указанные возможности применения универсальных программных сред имитационного моделирования относительно процессов МТО, нельзя не отметить и ряд существующих при этом проблемных вопросов.

Во-первых, универсальные инструментальные средства моделирования, с одной стороны, являются избыточными для разработки имитационных моделей процессов МТО, так как включают ряд неиспользуемых при этом библиотек моделирования, а, с другой стороны, недостаточными, так как для настройки стандартных процедур логического описания процессов часто требуется их дополнение на основе программирования.

Во-вторых, использование рассматриваемой схемы разработки имитационных моделей не решает указанную выше проблему взаимодействия разработчика и специалиста в предметной области и тем самым сохраняет возможные отрицательные последствия такого взаимодействия.

В-третьих, стоимость лицензий на право использования универсальных программных сред моделирования достаточно высока и для профессиональных версий составляет от 200 до 800 тыс. руб. с последующим ежегодным продлением от 50 до 250 тыс. руб.

Таким образом, с учетом первых двух обстоятельств наиболее целесообразной является разработка имитационных моделей процессов МТО в соответствии со схемой 2, основанной на применении специализированных инструментальных средств, учитывающих специфику моделируемых процессов. Тенденции развития лингвистического обеспечения компьютерных систем свидетельствуют о возможности ее применения, что обеспечит разработку имитационных моделей непосредственно специалистом в предметной области без дополнительного участия программиста. При этом экономическая оценка рассматриваемого варианта требует дополнительных исследований.

Список литературы:

1. Имитационные исследования в среде моделирования GPSSStudio. Учебное пособие/ под общей ред. В.В. Девяткова – М: Вузовский учебник: ИНФРА-М, 2017.

2. Каталевский Д.Ю. Основы имитационного моделирования и системного анализа в управлении: учебное пособие; 2-е изд., перераб. и доп.. — М.: Издательский дом «Дело» РАНХиГС, 2015. — 496 с.
3. Ловцов Д.А., Васенов А.В., Вилков С.В. Информационно-математическое обеспечение имитационного моделирования интегрированных логистических систем/ Известия Института инженерной физики. 2009. т. 4. № 14. с. 30-36.
4. Миков А.И., Замятина Е.Б. Проблемы повышения эффективности и гибкости систем имитационного моделирования/ Проблемы информатики. 2010. № 4. с. 49-64.
5. Назаров А.А. Характеристика современных инструментов для имитационного моделирования при исследовании механизмов управления социально-экономическими процессами и системами (<https://doi.org>)
6. Плашенко В.В. Системные исследования: основы, методы, проблемы и пути их решения: Монография. Ч. 1: Теоретические и методические основы технико-экономических исследований. - Череповец: ГОУ ВПО ЧГУ, 2006.
7. <http://anylogic.ru/>
8. <http://iwebsim.ru/>