

УДК 004.942

СОВМЕСТНОЕ ПРИМЕНЕНИЕ АНАЛИТИЧЕСКИХ И ИМИТАЦИОННЫХ МОДЕЛЕЙ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ ПРОЦЕССОВ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ВОЙСК (СИЛ)

Н.П. Блинова (Санкт-Петербург)

Одним из перспективных направлений научных исследований проблем материально-технического обеспечения (МТО) войск (сил) в современных условиях развития компьютерных технологий является не только автоматизация процесса управления силами и средствами тылового и технического обеспечения в смысле изменений их состава и решаемых задач в зависимости от текущей обстановки, но и реализация на этой основе средств поддержки принятия решения на материально-техническое обеспечение (организацию МТО) при планировании действий войск [1].

Функционирование системы МТО, как и практически всех сложных систем военного назначения, носит в значительной степени стохастический характер ввиду наличия большого количества внутренних и внешних случайных параметров и влияющих на них воздействий, включая человеческий фактор. Имеются различные методики определения подлежащих автоматизации функций управления и обоснования способов формализации функций управления для систем подобной сложности. В общем случае функционирование системы МТО не является полностью формализованным и известные точные математические модели и методы её исследования недостаточно пригодны.

В то же время для решения отдельных частных задач нередко используются аналитические модели, в основе которых лежит, в том числе, математический аппарат теории массового обслуживания. Однако обязательным условием применения данного математического аппарата является наличие в системе пуассоновских потоков событий (например, заявок на поставку материальных средств), обладающих свойствами ординарности, стационарности и отсутствия последствий. Поэтому естественно, что в качестве математической модели функционирования системы МТО с целью анализа и оценки ее состояния, исследования процессов материально-технического обеспечения и выработки рекомендаций для принятия управляющих решений часто используются имитационные модели.

Одним из ключевых направлений обеспечения поддержки принятия решений должностных лиц органов военного управления (ОВУ) МТО безусловно является внедрение в их работу современных систем поддержки принятия решений (СППР). Технологии построения СППР на основе реализации в их составе различных математических моделей достаточно полно рассмотрены в [2]. Рассматриваемые системы должны стать необходимыми элементами перспективных автоматизированных систем управления (АСУ) МТО различного уровня. Их применение является необходимым условием значительного сокращения временных затрат должностных лиц ОВУ, связанных с их деятельностью по подготовке и оценке эффективности принимаемых решений в ходе планирования тылового и технического обеспечения войск (сил).

Оценка эффективности создаваемых систем МТО различного уровня всегда является актуальным предметом исследований, чему, как правило, постоянно посвящается достаточно научных работ. В последнее время увеличивается, в том числе, и доля работ, посвященных применению методов компьютерного моделирования для оценки эффективности процессов МТО войск (сил), например [3, 4]. Их результаты

вполне могут быть востребованы и при разработке программно-аппаратных комплексов (ПАК), реализующих функции современных СППР.

К сожалению, следует отметить, что на данный момент указанные комплексы широкого применения в ОВУ МТО еще не нашли. При этом одной из основных причин сложившейся ситуации является не только слабость развития информационного обеспечения рассматриваемых ПАК, но и значительная сложность организации в их составе взаимодействия разнородных по своей природе различных математических моделей [5]. В частности, простейших аналитических моделей операционного уровня, в качестве которых сегодня в основном приняты отдельные расчетные задачи, реализуемые в интересах должностных лиц ОВУ, и математических моделей, позволяющих определять показатели своевременности выполнения силами и средствами МТО задач тылового и технического обеспечения, в основе которых применяются технологии имитационного моделирования [4].

Инструментарий имитационного моделирования для исследования сложных систем и процессов с целью оптимизации их построения был создан ещё в середине 20-го века, т.е. в период возникновения вычислительной техники. Возможности разрабатываемых имитационных моделей, в связи с этим, на прямую зависят от уровня развития информационных систем и технологий, что вполне объяснимо, так как имитационная модель фактически является логико-математической моделью системы (процесса), программно-реализованной на средствах вычислительной техники. Поэтому в современных условиях развития информационных технологий имитационная модель рассматривается как компьютерная программа, позволяющая воспроизводить (визуализировать) функционирование сложной системы в целом или её отдельных объектов с учетом воздействия внешней среды и различных случайных факторов.

Реальное состояние дел в направлении разработки и внедрения компьютерных имитационных моделей в практическую деятельность должностных лиц ОВУ МТО в настоящий момент нельзя признать удовлетворительным даже при наличии ряда уже реализованных исследовательских проектов, в рамках которых были отработаны теоретические и технологические подходы к построению ПАК и применению их в качестве СППР.

Так, например, ПАК, способный обеспечить анализ эффективности и обоснование рациональных вариантов организации МТО в прогнозируемых условиях обстановки по аналогии с рассмотренным в [6] расчетно-моделирующим комплексом, должен включать в себя целый набор аналитических моделей (расчетных задач) по уровням управления и видам МТО, а также комплексную имитационную модель (ИМ) планируемого процесса МТО, обеспечивающую определение вероятностно-временных характеристик (ВВХ) такого процесса. Это показано на рисунке 1.

Причем, если для моделей операционного уровня находятся соответствующие аналитические варианты, то для создания адекватного варианта модели определения ВВХ процесса МТО лучшим решением оказывается применение метода имитационного моделирования [4]. При включении аналитических и имитационных моделей в единый ПАК, как было отмечено выше, остро встает вопрос разработки технологических подходов и решений, обеспечивающих эффективное взаимодействие разнородных моделей между собой.



Рис. 1 – Принцип функционирования ПАК

Основной причиной возникновения данного проблемного вопроса является то обстоятельство, что специализированные имитационные модели для взаимодействия с внешними объектами, как правило, используют возможности своих уникальных языков программирования, например, Java для AnyLogic и Plus для GPSS World. Для реализации процедур, обусловленных необходимостью считывания или вывода данных от внешних объектов, процесс имитационного моделирования прерывается. Кроме этого, в подобных системах моделирования недостаточно представлены средства доступа к базам данных и средства разработки пользовательских программных интерфейсов операторов [7].

В связи с этим при разработке ПАК, включающих наборы разнородных моделей и при проведении, в конечном итоге, имитационного эксперимента, на каждом этапе всегда требуется либо применять ручные операции, либо дополнительно использовать множество сторонних технологий их реализации.

Например, применительно к языку имитационного моделирования GPSS был реализован подход, основанный на идее объединения различных инструментальных средств в рамках единой программной среды GPSS STUDIO [8]. Это позволило автоматизировать большинство этапов разработки имитационных моделей от постановки задачи до выработки практических рекомендаций по повышению эффективности функционирования моделируемой системы, что в свою очередь обусловило следующие достоинства программной среды:

- жизненный цикл разработанной имитационной модели рассматривается в рамках общего проекта, в том числе хранение самой модели и результатов моделирования в общей базе данных;
- единый стандарт языка общения пользователя с моделью за счет создания и применения унифицированных интерфейсов взаимодействия системы с пользователем при работе с моделью, проведении экспериментов и представлении результатов моделирования.

Следует также подчеркнуть, что в настоящее время платформа Alina GPSS, включающая в свой состав GPSS STUDIO и GPSS World Core является фактически единственной отечественной средой имитационного моделирования, которая может быть использована для разработки имитационных моделей процессов МТО войск (сил).

В то же время необходимо отметить, что работа в программной среде GPSS STUDIO в целом не модифицирует спецификации языка моделирования GPSS World Core. При этом ее возможности при взаимодействии с аналитическими моделями, являющимися внешними программными приложениями, продолжают ограничиваться вводом и выводом данных файлов текстового формата, а прямой доступ к файлам современных стандартов баз данных отсутствует. То есть, единственной возможностью созданных в этой среде имитационных моделей получать данные, являющиеся результатами работы моделей другого вида (аналитических), и передавать данные результатов имитационных моделей в другие модели в рамках единого ПАК является использование текстовых объектов.

В связи с этим для решения рассмотренного проблемного вопроса организации информационного взаимодействия разнородных моделей в составе единого ПАК предлагается вариант построения структуры его программного обеспечения, представленный на рисунке 2, и включающий выполняемые файлы, базы данных, файлы справочных, исходных и выходных данных текстового формата.

Таким образом, в настоящее время широкому внедрению в практику деятельности должностных лиц ОВУ МТО программно-аппаратных комплексов, реализующих функции СППР, препятствуют не только недостаточно развитое их информационное обеспечение, но и ограниченные возможности программных сред имитационного моделирования по организации обмена данными с взаимодействующими внешними программами, в том числе и с аналитическими моделями.

Следовательно, одним из направлений дальнейшего развития и совершенствования систем имитационного моделирования военного назначения, основанных, в том числе на языке GPSS, может стать обязательное включение в их состав средств осуществления прямого доступа к данным форматов стандартных систем управления базами данных.

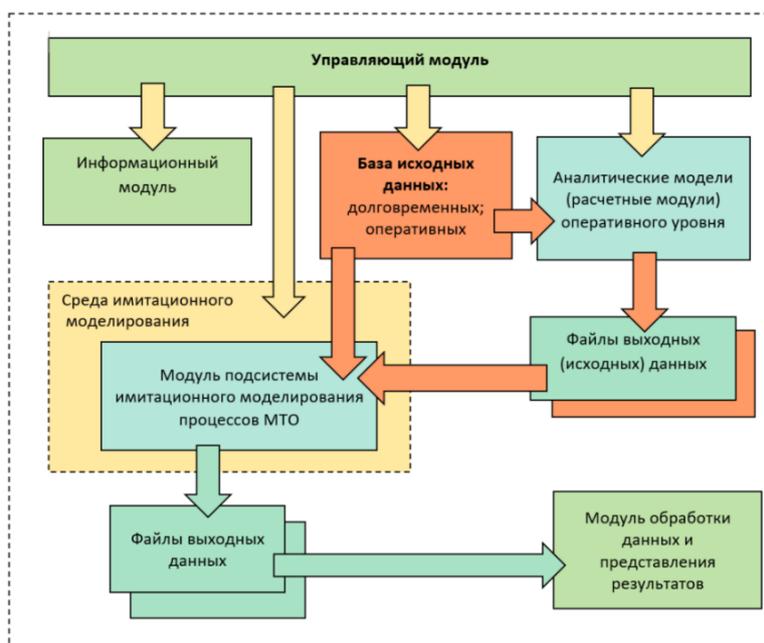


Рис. 2 – Структура программного обеспечения ПАК

Литература

1. **Воробьев А.А., Филяев М.П., Якшин А.С.** Перспективы развития автоматизированной системы управления материально-техническим обеспечением / Наука и военная безопасность. 2019. № 3 (18). С. 67-74
2. **Пуха Г.П.** Технологии реализации систем поддержки принятия решения / Учебник. – СПб: ВУНЦ ВМФ «ВМА», 2018. – 224 с.
3. **Филяев М.П.** Повышение эффективности процессов материально-технического обеспечения на основе применения современных инструментальных средств имитационного моделирования // В сборнике: Информационные системы и технологии: теория и практика. Сборник научных трудов. Ответственный редактор А.М. Заяц. – Том. Выпуск 10. Часть 2. 2018. С. 45-50
4. **Филяев М.П., Кузьмин Р.Н.** Актуальные вопросы применения современных методов математического моделирования в управлении процессами материально-технического обеспечения войск (сил) // Научные проблемы материально-технического обеспечения Вооруженных Сил Российской Федерации. 2022. № 4 (26). С. 56-62.
5. **Филяев М.П., Воробьев А.А.** Актуальные вопросы имитационно-аналитического моделирования логистических процессов ракетно-технического обеспечения/ В сборнике: Восьмые Уткинские чтения Труды Общероссийской научно-технической конференции. Сер. «Библиотека журнала «Военмех. Вестник БГТУ»» 2019. С. 290-296.
6. **Цельковских А.А., Бычков А.В., Филяев М.П.** Применение имитационных моделей процессов материально-технического обеспечения войск (сил) при обучении военных специалистов // Военная Мысль. 2023. № 10. С. 81-89.
7. **Коновалов В.Б., Бычков А.В., Филяев М.П., Говорова А.В.** Проблемные вопросы и решения по организации обмена данными при моделировании процессов материально-технического обеспечения войск (сил) // Научные проблемы материально-технического обеспечения Вооруженных Сил Российской Федерации». 2023. № 3 (29). С. 24-35.
8. **Девятков В.В.** Имитационные исследования в среде моделирования GPSS STUDIO: учеб. пособие / В.В. Девятков, Т.В. Девятков, М.В. Федотов; под ред. д-ра экон. наук В.В. Девяткова. – М.: Вузовский учебник: ИНФРА-М, 2018. – 283 с.