

**ПРИМЕНЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ
ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В ВС РФ**



**APPLICATION OF MATHEMATICAL METHODS OF SIMULATION
IN THE ARMED FORCES OF THE RUSSIAN FEDERATION**

Варфоломеева Светлана Васильевна

кандидат педагогических наук, доцент,
профессор кафедры математики (и информатики),
Краснодарское высшее военное
авиационное училище летчиков

Божко Сергей Владимирович

кандидат технических наук, профессор,
профессор кафедры механики,
Краснодарское высшее военное
авиационное училище летчиков

Терехов Владимир Валерьевич

кандидат технических наук, доцент,
заведующий кафедрой механики,
Краснодарское высшее военное
авиационное училище летчиков

Аннотация. Возрастающая динамика и постоянная трансформация форм и способов ведения боевых действий определяют необходимость применения современных технологий математического моделирования для планирования и реализации сложных и существенно разнородных процессов материально-технического обеспечения войск (сил).

Ключевые слова: имитационное моделирование, материально-техническое обеспечение, органы военного управления.

Varfolomeeva Svetlana Vasilevna

Ph.D. in Pedagogical Sciences,
Associate Professor,
Professor of the Department
of Mathematics (and Computer Science),
Krasnodar Air Force Institute for Pilots

Bozhko Sergey Vladimirovich

Ph.D. in Technical Sciences,
Associate Professor,
Professor of the Department
of Engineering,
Krasnodar Air Force Institute for Pilots

Terekhov Vladimir Valerievich

Ph.D. in Technical Sciences,
Associate Professor,
Head of the Department of Engineering,
Krasnodar Air Force Institute for Pilots

Annotation. The growing dynamics and constant transformation of forms and methods of warfare determine the need for the use of modern mathematical modeling technologies for planning and implementing complex and substantially heterogeneous processes of material and technical support of troops (forces).

Keywords: simulation modeling, material and technical support, military command and control bodies.

Хорошо продуманное и грамотно организованное материальное обеспечение Вооруженных сил (ВС) во все времена являлось залогом успешного ведения боевых действий. Возникновение все более мощных и разнообразных образцов вооружения, существенное развитие форм и способов ведения войны, возрастающая динамика их реализации значительно изменили содержание и объемы задач всех звеньев системы материально-технического обеспечения (МТО) ВС РФ по обеспечению боевых действий войск (сил), еще более повысили зависимость конечных результатов этих действий от качества управления процессами МТО. Активная трансформация структуры и форм применения ВС РФ предъявляет новые требования к системе управления МТО боевых действий войск (сил), прежде всего – в плане всестороннего учета факторов быстро меняющейся обстановки, формирования механизмов выбора рациональных решений в условиях недостаточного объема потребных ресурсов. Указанные обстоятельства свидетельствуют о растущей актуальности применения методов и средств математического моделирования для организации эффективного управления МТО войск (сил) (рис. 1).

С учетом современных требований к системе МТО боевых действий войск (сил) актуально развитие принятых на снабжение и поставляемых в войска компонентов автоматизированной системы управления (АСУ) МТО ВС РФ [6] в направлении создания и внедрения комплексов математического моделирования (КММ) в интересах обеспечения деятельности штабов МТО, в звеньях управления от объединения и выше. Исследования показали, что КММ для обеспечения деятельности должностных лиц органов военного

управления (ОВУ) МТО при планировании и организации МТО войск (сил) должен охватывать более 70 взаимосвязанных процессов, реализовывать более 500 специфических информационно-расчетных задач, аналитических и имитационных моделей (рис. 2).

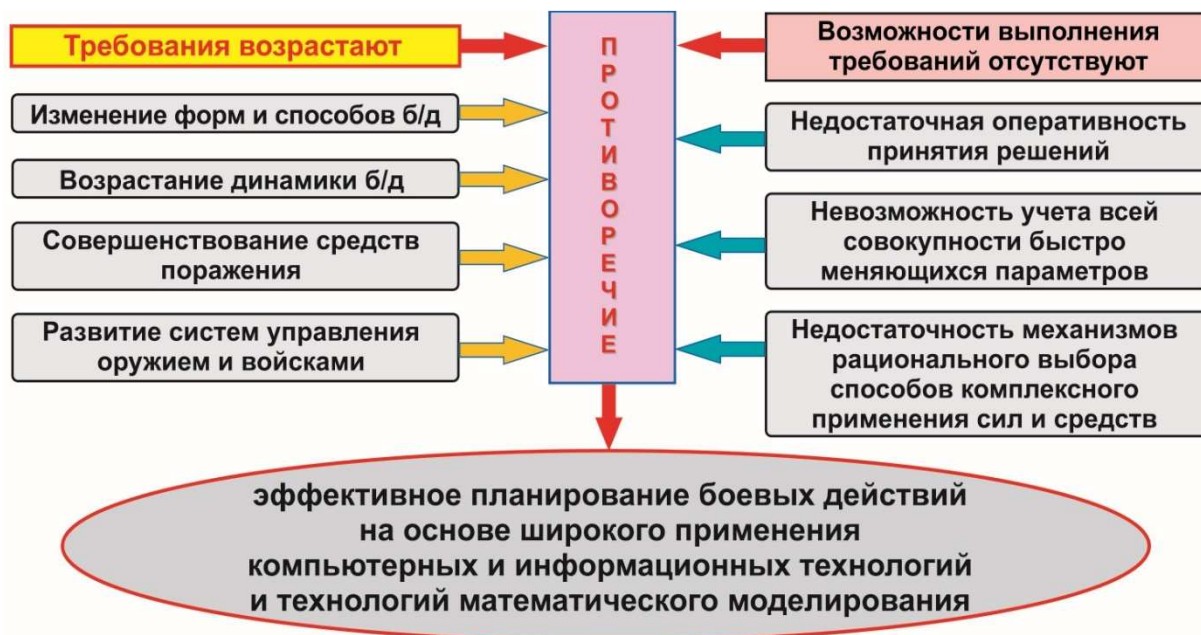


Рисунок 1 – Обоснование необходимости применения комплексов математического моделирования в деятельности органов военного управления МТО войск (сил)

СТЕПЕНЬ ДЕТАЛИЗАЦИИ ↑	ПОДРАЗДЕЛЕНИЕ	38	27	125	66	164	56	БОЛЕЕ 500 ПРОЦЕССЫ
	СОЕДИНЕНИЕ	11	3	11	4	11	13	
	ОБЪЕДИНЕНИЕ	2	1	6	2	3	4	
		по оперативным задачам	материального обеспечения	технического обеспечения	транспортного обеспечения	применения ЖДВ	квартирно-эксплуатационного обеспечения	

Рисунок 2 – Перечень процессов МТО войск (сил), подлежащих моделированию

На сегодняшний день созданы и успешно апробированы в интересах ОВУ ВС РФ сотни различных математических моделей. Однако сформулировать общие закономерности построения моделей для ОВУ различных видов и родов ВС на различных уровнях управления по-прежнему затруднительно. Отчасти это объясняется следующими факторами:

- не регламентированы процедуры разработки и реализации постановок задач для создания КММ;
- отсутствуют единые требования к математическим моделям, предназначенным для применения в военной сфере;
- не решены вопросы интеграции КММ, разработанных в интересах ОВУ различных звеньев, разной видовой принадлежности;
- ограничены возможности отечественных средств разработки КММ;
- недостаточная квалификация и количество востребованных специалистов.

Современные методы имитационного моделирования (ИМ) с точки зрения идеологии построения моделей можно классифицировать по трем группам (рис. 3). Применение того или иного подхода определяется уровнем детализации реальных физических процессов при моделировании, а также спецификой поведения исследуемой системы.

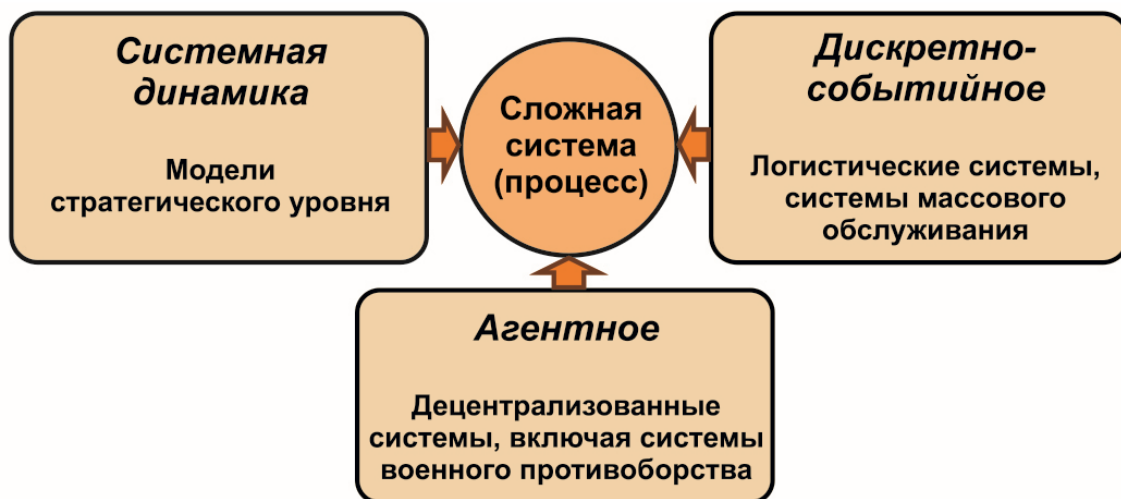


Рисунок 3 – Современные подходы к ИМ сложных систем и процессов

На основе системной динамики строят модели стратегического уровня, игнорируя детальное рассмотрение процессов функционирования подсистем и отдельных объектов. Дискретно-событийное (процессное) моделирование предполагает исследование только ряда основных, дискретно задаваемых событий, происходящих в системе. Этот подход наиболее целесообразен для моделирования процессов МТО войск (сил), в основе которых в большинстве случаев лежат известные процессы транспортной логистики. Агентное моделирование используется для исследования систем, не имеющих явно выраженной иерархии. В военной сфере подход стал популярным для исследования, например, боевых действий войск (сил) на тактическом уровне. Дополнительные сложности моделирования процессов МТО войск (сил) обусловлены также сочетанием существенно различных видов логистики в рамках реализуемых процессов (рис. 4).

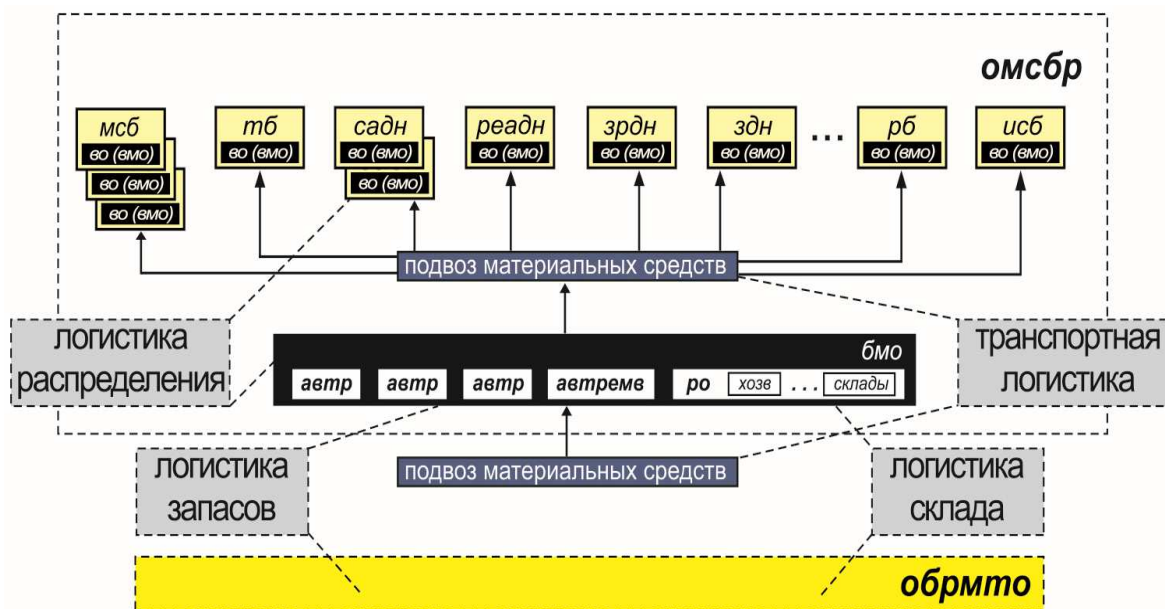


Рисунок 4 – Сочетание различных видов логистики при решении задач тылового обеспечения мотострелковой бригады

С целью приобретения практического опыта разработки ИМ прошла ИМ оперативных перевозок войск железнодорожным транспортом при перегруппировках в условиях возникновения барьерных рубежей (рис. 5), которая позволяет:

- повысить оперативность принятия решения по организации перевозочного процесса при возникновении барьерного рубежа на маршруте перевозки;

- прогнозировать основные параметры функционирования временного перегруженного района;
- формировать графический план перевозок в автоматизированном режиме с учетом вновь возникающих обстоятельств.

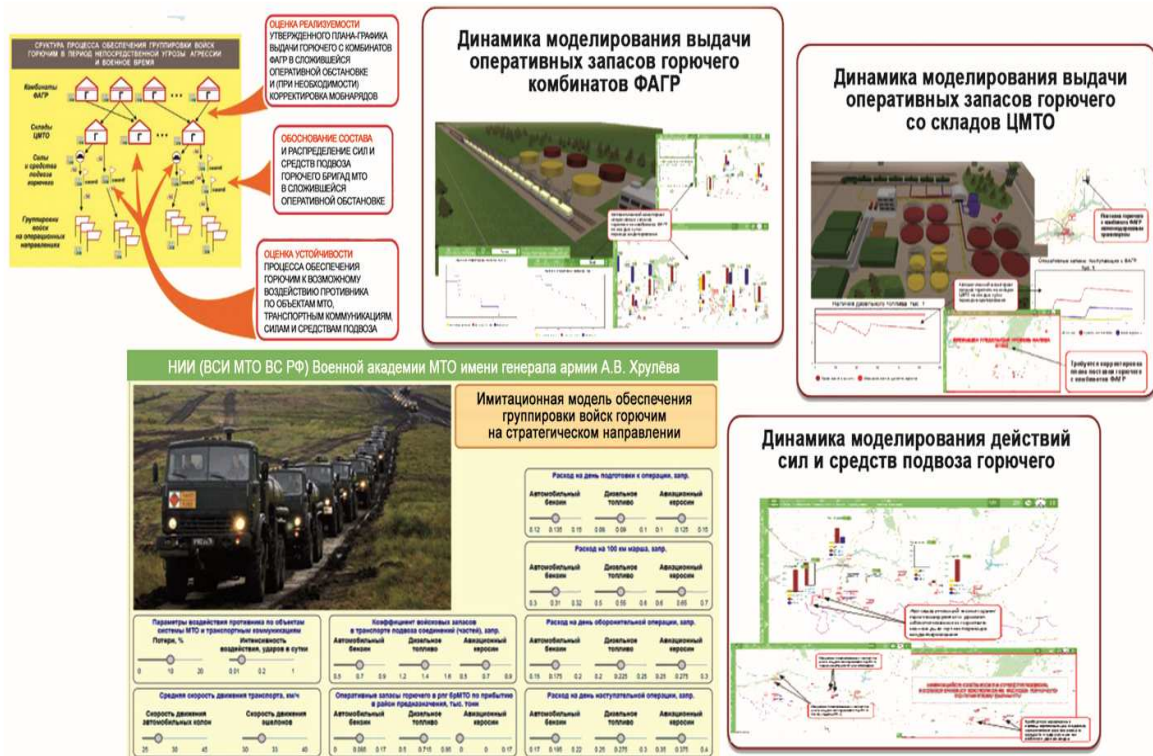


Рисунок 5 – Имитационная модель оперативных перевозок соединений и частей объединения железнодорожным транспортом при перегруппировке

Существенно более сложные процессы заложены в другой имитационной модели, разработанной и апробированной в ходе подготовки и проведения стратегических учений «Центр-2019» (рис. 5). Результаты моделирования позволяют принять обоснованные решения по вопросам:

- соответствия плана-графика выдачи горючего Федерального агентства по государственным резервам сложившейся оперативной обстановке;
- определения состава и распределения сил и средств подвоза горючего бригад МТО;
- оценки устойчивости процесса обеспечения горючим к воздействию противника по объектам МТО.

Актуальность математического моделирования процессов обеспечения армии и флота топливом с целью достижения технологического прорыва в этой сфере неоднократно подчеркивал заместитель Министра обороны Российской Федерации генерал армии Булгаков Д.В. в своих выступлениях.

Накопленный опыт в практике разработки ИМ инициировал существенный прорыв и в развитии общей теории моделирования процессов МТО войск (сил). Разработана технология создания специализированных инструментальных средств ИМ типовых логистических процессов, применение которой позволяет фактически разрабатывать цифровые двойники процессов МТО войск (сил) и, значит, исследовать весь жизненный цикл таких процессов.

Благодаря активной конгрессно-выставочной деятельности достигнутые под руководством Штаба МТО ВС РФ результаты в области ИМ получили высокую оценку со стороны научно-исследовательских организаций Минобороны России (НИО) и ведущих предприятий оборонно-промышленного комплекса (ОПК) в сфере создания КММ боевых действий. В этих условиях складывается многообещающая перспектива проведения

совместных инициативных разработок с предприятиями ОПК по созданию КММ для обеспечения деятельности должностных лиц ОВУ МТО.

Определенные трудности в области разработки КММ связаны также с тем, что существующие средства ИМ ориентированы на формализацию совокупностей тех или иных разновидностей взаимосвязанных процессов, имеющих, например, социальную, технологическую, логистическую направленность. Вследствие этого функциональные возможности существующих средств моделирования оказываются недостаточными для непосредственного применения в интересах ОВУ ВС РФ. Кроме того, как показывает накопленный в Минобороны России опыт разработки КММ, заказывающие управления видов и родов войск нередко затрудняются определить в полной мере структурные и функциональные требования к КММ и к среде его разработки. В связи с этим целесообразно проведение работ по созданию КММ в два этапа:

– создание (силами специалистов НИО) КММ ограниченной функциональности с целью исследования возможностей применяемой (созданной) среды имитационного моделирования и доработка последней в плане реализации необходимых функциональных требований;

– доработка среды ИМ и разработка (специалистами ОПК при военно-научном сопровождении работ специалистами НИО) полнофункциональных КММ.

Таким образом, в рамках реализации «Плана перехода на использование в Минобороны России унифицированных отечественных аппаратно-программных платформ в вооружении, военной и специальной техники» одним из перспективных направлений разработки КММ для обеспечения деятельности должностных лиц ОВУ видов и родов войск ВС РФ является создание отечественной среды ИМ. В дальнейшем поставка отечественной среды ИМ в НИО позволит разрабатывать постановки задач для взаимосвязанных цепочек математических моделей, создавать макетные образцы моделей с последующей их апробацией в деятельности ОВУ видов и родов войск ВС РФ, а также в ходе мероприятий оперативной и боевой подготовки. После всесторонней апробации моделей в практической деятельности ОВУ и уточнения соответствующих функциональных и технических требований организации ОПК смогут выполнять опытно-конструкторские работы по созданию и серийному производству КММ в сжатые сроки за минимальную цену и с учетом текущих потребностей войск (сил). Разработка и апробация методологических и технологических решений в этой области осуществляется всем военно-научным комплексом системы МТО ВС РФ при координации Штабов.

Литература

1. Воробьев А.А., Загодарчук И.В., Филяев М.П. Имитационное моделирование в военном деле / Научные проблемы материально-технического обеспечения Вооруженных Сил Российской Федерации : сборник научных трудов. – СПб. : Изд-во Политехнического университета, 2018. – Вып. 3. – С. 42–49.
2. Денисов В.Н., Саяпин О.В., Тиханычев О.В. О месте математического моделирования в работе органов военного управления // Военная мысль. – 2018. – № 5. – С. 28–33.
3. Аверин И.С. Перспективы автоматизации управления тыловым обеспечением войск // Наука и военная безопасность. – 2017. – № 4. – С. 47–51.
4. Воробьев А.А., Филяев М.П., Якшин А.С. Дискретно-событийное имитационное моделирование процессов материально-технического обеспечения войск (сил) // Наука и военная безопасность. – Омск : ОАБИИ, 2019. – Вып. 1. – С. 76–82.
5. Филяев М.П., Воробьев А.А. Технология создания специализированных инструментальных средств имитационного моделирования логистических процессов / Девятая всероссийская научно-практическая конференция по имитационному моделированию и его применению в науке и промышленности «Имитационное моделирование. Теория и практика» (ИММОД-2019); Труды конференции, 16–18 октября 2019 г. – Екатеринбург : Урал. гос. пед. ун-т, 2019. – С. 580–586.
6. Буренок В.М., Цырендоржиев С.Р. Создание системы моделирования – необходимое условие развития Вооруженных Сил Российской Федерации // Вооружение и экономика. – 2018. – № 4. – С. 4–11.
7. Васильев В.А., Федюнин П.А., Воробьев В.А., Васильев А.В. Методологические аспекты моделирования в сфере вооруженного противоборства // Воздушно-космические силы. Теория и практика. – 2018. – № 7. – С. 55–63.

8. Старовойтов С.Н. Проблемы создания и направления развития систем моделирования в интересах Сухопутных войск // Вестник Академии военных наук. – 2018. – № 4. – С. 8–12.
9. Ищук В.А., Рижский Д.В. Расчетно-моделирующий комплекс Сухопутных войск: назначение и возможности // Вестник Академии военных наук. – 2018. – № 4. – С. 22–30.
10. Девятков В.В. Методические аспекты организации и проведения комплексного исследования в имитационно-моделирующем комплексе // Вестник Академии военных наук. – 2018. – № 4. – С. 35–39.

References

1. Vorob'ev A.A., Zagodarchuk I.V., Filyaev M.P. Simulation modeling in military science / Scientific problems of the Russian Federation Armed Forces logistics: a collection of scientific papers. – St. Petersburg : Proceedings of the Polytechnic University, 2018. – Issue 3. – P. 42–49.
2. Denisov V.N., Sayapin O.V., Tikhanychev O.V. About a mathematical modeling place in the work of the military control bodies // Military thought. – 2018. – № 5. – P. 28–33.
3. Averin I.S. Automation prospects of the troops rear support control // Science and military security. – 2017. – № 4. – P. 47–51.
4. Vorob'ev A.A., Filyaev M.P., Yakshin A.S. Discrete-event simulation of the processes of the troops (forces) logistical support // Science and military security. – Omsk : ASBI, 2019. – Issue. 1. – P. 76–82.
5. Filyaev M.P., Vorob'ev A.A. Technology of creation of the specialized tool means of the simulation modeling of the logistic processes / Ninth All-Russian scientific-practical conference on simulation modeling and its application in science and industry «Imitation modeling. Theory and Practice» (IMMOD-2019); Proceedings of the conference, 16–18 October 2019 – Ekaterinburg : Ural State Pedagogical University, 2019. – P. 580–586.
6. Burenok V.M., Tsyrendorzhiev S.R. Creation of the modeling system – a necessary condition of the Russian Federation Armed Forces development // Armament and economy. – 2018. – № 4. – P. 4–11.
7. Vasiliev V.A., Fedunin P.A., Vorob'ev V.A., Vasiliev A.V. Methodological aspects of the modeling in the field of an armed confrontation // Aerospace forces. Theory and practice. – 2018. – № 7. – P. 55–63.
8. Starovoitov S.N. Problems of creation and direction of development of the modeling systems in interests of the Army // Bulletin of the Academy of Military Sciences. – 2018. – № 4. – P. 8–12.
9. Ischuk V.A., Riga D.V. Calculation and modeling complex of the Army: purpose and possibilities // Bulletin of the Academy of Military Sciences. – 2018. – № 4. – P. 22–30.
10. Devyatkov V.V. Methodical aspects of organization and carrying out of the complex research in an imitation-modeling complex // Vestnik of the Academy of Military Sciences. – 2018. – № 4. – P. 35–39.