

ӘСКЕРИ ІС
MILITARY SCIENCE
ВОЕННОЕ ДЕЛО

УДК 358.3

DOI 10.52167/1609-1817-2022-126-3-490-497

Ш.К. Кадиркулов[■], **В.Н. Чернов**, **Е.Т. Макаев**, **А.Қ. Манатбеков**
Военный институт сухопутных войск имени генерала-армии С. Нурмаганбетова,
Алматы, Казахстан
E-mail: nauka.visv@gmail.com

**ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ РАЗРАБОТКИ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ
МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ВОЙСК ПРИ РАЗЛИЧНЫХ
УСЛОВИЯХ ВОЕННЫХ ДЕЙСТВИЙ**

Аннотация. Постоянные изменения в формах и методах ведения боевых действий приводят к необходимости применения современных средств моделирования и автоматизации для планирования и осуществления сложных и разнообразных процессов материально-технического обеспечения войск в различных условиях военных действий. На данный момент не существует единого унифицированного подхода к моделированию процессов материально-технического обеспечения войск, к разработке систем планирования и осуществления управления материально-техническим обеспечением войск. В данной работе рассматриваются основные проблемы, возникающие в процессе разработки систем управления материально-технического обеспечения войск с применением современных подходов.

Ключевые слова. Информационные системы, система управления, имитационное моделирование, материально-техническое обеспечение войск.

Введение.

Система управления материально-технического обеспечения (МТО) группировки войск представляет собой комплекс организационных структур, процессов и методов, направленных на эффективное планирование, координацию, контроль и управление всеми аспектами материально-технического обеспечения военных группировок.

Основная цель системы управления (СУ) МТО - обеспечение эффективного и оптимального использования материальных ресурсов и техники, а также обеспечение их боеспособности в рамках различных военных действий. В частности, система выполняет такие функции и задачи, как:

- планирование и координация, в рамках которой СУ МТО разрабатывает планы и программы обеспечения, учитывая специфику конкретной военной операции. Она координирует потребности в материальных ресурсах и технике с оперативными задачами и стратегическими целями;

- поставки и снабжение, в рамках которой СУ МТО обеспечивает доставку и распределение материальных ресурсов, техники, амуниции и других необходимых средств в нужное время и в нужных количествах. Она контролирует и управляет логистическими процессами, чтобы обеспечить непрерывность снабжения военных формирований;

- учет и контроль, в рамках которой СУ МТО осуществляет учет, контроль и отчетность по материально-техническому обеспечению. Она отслеживает запасы, управляет инвентаризацией, обрабатывает информацию о расходах и потребностях, а также контролирует использование ресурсов и техники;

- техническое обслуживание и ремонт, в рамках которой СУ МТО организует и координирует техническое обслуживание, ремонт и восстановление техники. Она обеспечивает наличие квалифицированных специалистов, необходимых запасных частей и оборудования, чтобы поддерживать боеспособность техники во время операций;

- управление запасами, в рамках которой СУ МТО управляет уровнем запасов, контролирует и оптимизирует запасы материальных ресурсов, амуниции и другого оборудования. Она анализирует потребности и прогнозирует изменения во время операций, чтобы предотвратить недостатки или избытки запасов;

- логистика и транспортное обеспечение, в рамках которой СУ МТО организует и контролирует логистические операции и транспортное обеспечение. Она планирует и координирует перевозку материальных ресурсов и техники, обеспечивает безопасность доставки и управляет транспортными ресурсами;

- анализ и адаптация, в рамках которой СУ МТО анализирует эффективность и эффективность своих операций, исходя из результатов военных операций. Она адаптируется к изменяющимся условиям и требованиям, корректирует планы и процессы, чтобы улучшить качество обеспечения и поддержать операционные потребности войск.

Современные условия ведения боевых действий приводят к увеличению сложности организации управления МТО войск (сил). Возрастает объем информации, требующей анализа для принятия решений, а также повышаются требования к оперативности и своевременности обработки этой информации. В последние годы широко применяются комплексы средств автоматизации и имитационного моделирования в системах управления МТО.

Начало процесса моделирования и автоматизации управления МТО положено еще в 70–80-х годах прошлого столетия [1]. В настоящее время ведутся работы по усовершенствованию разработанных моделей с учетом применения современных средств и технологий. В частности, для исследования процессов МТО в военной технике успешно применяется имитационное моделирование [2].

В ходе подготовки и проведения стратегических учений «Центр-2019» разработана имитационная модель, которая позволяет 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 [3].

Для проведения учений «Восток-2018» разработана имитационная модель оперативной перевозки войск железнодорожным транспортом при перегруппировке, которая позволяет проанализировать характеристики перевозочного процесса, спрогнозировать в реальном масштабе времени положение любого воинского поезда, с учетом воздействия противника по транспортным коммуникациям, и скорректировать графический план перевозок [4].

Разработан «Расчетно-моделирующий комплекс Сухопутных войск», который позволяет оценивать вооружение путем моделирования общевойскового боя, учитывает характеристики вооружения, методы ведения боевых действий, условия окружающей среды, экономические и другие факторы, и позволяет провести оценку различных образцов вооружения [4].

В данной работе рассматриваются основные проблемы, возникающие в процессе разработки систем управления материально-технического обеспечения войск с применением современных подходов.

Материалы и методы.

Создание автоматизированной системы управления МТО предполагает моделирование функционирования всей системы материально-технического обеспечения войск и позволяет использовать его результаты для поддержки принятия решений.

Основной целью автоматизированной системы управления МТО является обеспечение техникой и материалами необходимого района военных действий и подготовка персонала, материалов и технологий до наступления момента запланированного развертывания операции. Таким образом, основными процессами АСУ МТО являются логистические процессы, такие как прием, размещение и дальнейшее движение средств. В связи с чем здесь наиболее предпочтительно дискретно-событийное моделирование [5], но также применим агентный подход на базе теории сетей или графов [3]. Хотя агентный подход больше применим для исследования систем, не обладающих явной иерархией, для исследования тактических действий. Рассмотрим подробнее оба подхода к построению автоматизированной системы управления МТО.

Автоматизированная система МТО обеспечивает планирование логистики как оптимальное по времени, затратам и качеству решение с учетом имеющихся ограничений. Использование дискретно-событийного моделирования в данном случае создает пространство и соответствующие инструменты для отработки возможных сценариев и подготовки персонала к реальным ситуациям. В дискретно-событийном моделировании система представляется в виде набора состояний и правил, определяющих переходы между состояниями при наступлении определенных событий. Каждое событие описывает конкретное действие или изменение в системе, например, обработка запроса, перемещение объекта и т. д. Модель системы симулирует эти события во времени и позволяет анализировать поведение системы и ее характеристики, такие как пропускная способность, задержки, загруженность ресурсов и другие. Это позволяет анализировать различные сценарии, оптимизировать ресурсы, принимать решения и оценивать эффективность системы.

Типичным примером применения имитационного дискретно-событийного моделирования к управлению МТО является управление операциями, связанными с отгрузкой и загрузкой средств в пунктах приема, где необходима координация отгрузки и разгрузки и планирование движения военного транспорта с учетом минимизации времени на все эти процессы. В данном случае система может помочь ответить, к примеру, на вопрос: каково оптимальное количество водителей (d), при котором время, необходимое для выезда транспортного средства, будет меньше или равно времени, необходимому для разгрузки? При ответе на вопрос система будет учитывать все возможные конфигурации упаковки груза, расположение грузов на пункте приема/выдачи и другие критерии, которые пользователь считает нужными.

Согласно второму подходу, систему управления МТО можно также представить как мультиагентную дискретную сеть с динамическими связями (рисунок 1), обусловленными ограничениями по времени, хранению, дальности и тд [6]. Дискретная сеть представляет собой ориентированный граф, состоящий из узлов, ребер и атрибутов $G = G(V, E, R, \psi)$, где V – узел, представляющий собой заводы, склады, депо и тд; E – ребра графа, представляющие собой отношения между узлами и направления движения средств, R представляет атрибуты объектов снабжения, таких как местонахождение, варианты погрузки груза, приоритет загрузки и тд; ψ – функция отношения между узлами.

Данный инструмент применим в автоматизированных системах управления МТО в большей степени для оценки надежности и гибкости существующей системы МТО. Однако применение инструментов имитационного моделирования позволяет воссоздавать различные сценарии для МТО, тем самым обеспечивая возможность решать

логистические задачи. При этом решением логистической задачи будет результат анализа и оценки эффективности мультиагентной дискретной сети МТО.

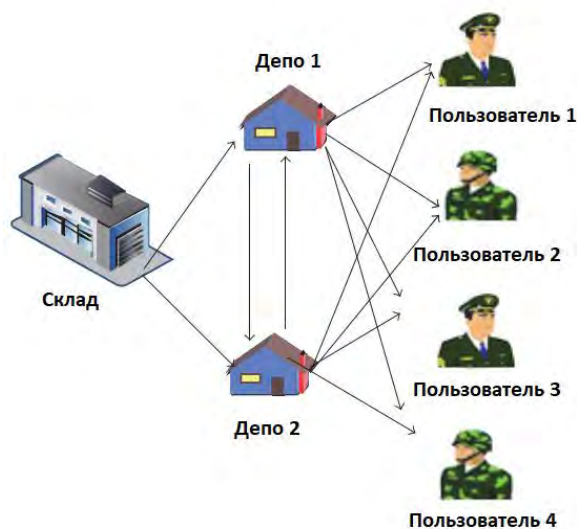


Рисунок 1 - Мультиагентная дискретная сеть МТО

Имитационное моделирование для полученной сети будет производиться в соответствии с алгоритмом, который оценивает заданное время выполнения задания с учетом ограничений по времени на операцию, производит поиск необходимых узлов в соответствии с критериями поиска, производит сортировку узлов в соответствии с критериями оптимизации, устанавливает связи между узлами в соответствии с требованиями задачи, выполняет установленное задание по управлению движением МТО.

Разработанная на основе предложенного алгоритма система управления МТО может быть использована, к примеру, для оценки эффективности и оптимизации снабжения основных узлов боевых действий топливом и смазочными материалами в установленном театре военных действий. В частности, система поможет ответить на вопросы: какие возможности по времени имеет сеть для снабжения конкретных узлов боевых действий топливом и смазочными материалами? Насколько экономически эффективна процедура снабжения конкретных узлов боевых действий топливом и смазочными материалами при заданных условиях и ограничениях?

Результаты и обсуждение.

В соответствии с двумя основными рассмотренными подходами выделены их основные преимущества и недостатки в применении к задаче разработки систем управления материально-технического обеспечения войск (таблица 1).

Основными преимуществами применения средств имитационного дискретно-событийного моделирования являются:

- быстрота создания различных сценариев;
- возможность изменения и задания дополнительных задач и ограничений.

Однако в таких системах есть свои сложности и недостатки. Первой основной сложностью создания автоматизированной системы является то, что система включает десятки и сотни взаимосвязанных процессов на определенных уровнях детализации моделирования (системный, функциональный, операционный).

На системном уровне моделирования происходит абстрагирование наиболее важных характеристик процесса и создание упрощенной модели взаимодействия подсистем. На этом уровне детализации используются относительно небольшое количество усредненных параметров процесса, результаты моделирования также имеют

усредненный характер, и их точность улучшается при более детальном описании процесса.

На функциональном уровне проводится моделирование взаимодействия объектов подсистем и функций, которые они выполняют в рамках конкретной функциональной задачи, учитывая существующие взаимосвязи, что приводит к увеличению количества учитываемых параметров и усложняет их комплексный учет.

На операционном уровне детализации происходит моделирование объектов и функциональных операций, которые они выполняют для реализации отдельных функций.

Второй сложностью является то, что основные процессы МТО сочетают в себе различные виды логистики, что усложняет решение оптимизационных задач.

Третья проблема состоит в том, что на текущий момент нет универсальных средств разработки автоматизированных систем управления МТО на базе дискретно-событийного моделирования. Для разработки существующих систем используется такое программное обеспечение, как AnyLogic и GPSS Studio [7, 8, 9], Simul8 [10].

Основными преимуществами применения мультиагентных дискретных сетей с динамическими связями для моделирования логистики МТО являются:

- удобство построения топологической структуры системы;
- простота оценки эффективности построенной системы МТО.

Однако связи, устанавливаемые в системе МТО и обусловленные условиями транспортировки, движением, количеством работников и тд, могут значительно усложнять систему и делать ее поведение менее предсказуемым. Соответственно, нагромождение связей и условий между основными узлами системы может привести к тому, что неаккуратное установление связей и условий на начальном уровне моделирования может привести к недостоверным результатам.

Таблица 1 – Преимущества и недостатки основных подходов к разработке СУ МТО

	Преимущества	Недостатки
Дискретно-событийное моделирование	1. возможность построения систем различной сложности с заданием различных условий и ограничений; 2. возможность оперативного, быстрого заданий различных сценариев; 3. возможность оперативного изменения и задания дополнительных задач и ограничений.	1. необходимость высокого уровня детализации событий, условий и связей для получения лучшей точности работы системы; 2. сочетание различных процессов логистики может привести к невозможности создания модели;
Моделирование на основе мультиагентных дискретных сетей	1. удобный для понимания инструментарий для создания систем различной сложности; 2. удобство построения топологической структуры системы; 3. простота задания критериев оценки эффективности построенной системы.	1. необходимость высокого уровня детализации узлов, условий и связей для получения лучшей точности работы системы; 2. необходимость аккуратного задания входных данных и взаимосвязей для получения корректного результата.

Таким образом, основные недостатки подходов, связанные с повышенной детализацией, обусловлены сложностью самого процесса материально-технического обеспечения войск. Оба предложенных подхода могут быть успешно применены для решения задач планирования и управления процессами материально-технического обеспечения войск при различных условиях военных действий.

Заклучение.

В данной работе рассмотрен вопрос разработки автоматизированных систем управления материально-технического обеспечения войск с применением современных подходов. На текущий момент разработанные в 70-80 х годах прошлого столетия математические модели и подходы процессов управления материально-технического обеспечения войск устарели, что потребовало детальной проработки полученного опыта и изучения новых возможностей, методик и технологий. В статье рассмотрено два подхода к разработке автоматизированных систем управления материально-технического обеспечения войск для различных вариантов развития военных событий: дискретно-событийное моделирование и мультиагентные дискретные сети. Проведен анализ предложенных подходов, для каждого подхода выделены основные преимущества и недостатки.

Источники финансирования. Исследование в данной работе проведено в рамках грантового финансирования Министерством науки и высшего образования РК (ИРН проекта AP14871050).

ЛИТЕРАТУРА

[1] Голушко И.М., Варламов Н.В. Основы моделирования и автоматизации управления тылом. – М.: Воениздат, 1982. – 237 с.

[2] Бычков А.В., Воробьев А.А., Левченко Г.Н., Филяев М.П. Научно-методические подходы к имитационному моделированию процессов материально-технического обеспечения войск (сил) в операциях (боевых действиях), Сборник трудов Межведомственной научно-технической конференции «Актуальные проблемы применения имитационного моделирования в интересах материально-технического обеспечения ВС РФ», 2018, Санкт-Петербург, С.21-34.

[3] Варфоломеева С.В., Божко С.В., Терехов В.В., Применение математических методов имитационного моделирования в ВС РФ, Наука. техника. технологии (политехнический вестник), 2020, №1, С. 467-472.

[4] Седоченков А.В., Рудаков Е.А., Седоченкова Н.В. Особенности материально-технического обеспечения группировок войск (сил) в современных условиях, Научные проблемы материально-технического обеспечения Вооруженных Сил Российской Федерации, 2019, №3 (13), С. 21-31.

[5] Воробьев А.А., Филяев М.П., Якшин А.С. Дискретно-событийное имитационное моделирование процессов материально-технического обеспечения войск (сил), Наука и военная безопасность, 2019, № 1(16), С. 76-82.

[6] Xiong B., Li B., Fan R., Zhou Q., Li W., Modeling and Simulation for Effectiveness Evaluation of Dynamic Discrete Military Supply Chain Networks, Complexity, 2017, <https://doi.org/10.1155/2017/6052037>

[7] Антипова С.А., Волков М.Н., Филяев М.П., Якшин А.С. Имитационная модель перевозки войск железнодорожным транспортом, Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2019612378, 19.02.2019. Заявка № 2019611158 от 08.02.2019.

[8] Антипова С.А., Волков М.Н., Филяев М.П., Якшин А.С. Имитационная модель временного перегрузочного района, Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2019617381, 06.06.2019. Заявка № 2019615841 от 21.05.2019.

[9] Филяев М.П., Воробьев А.А. Технология создания специализированных инструментальных средств имитационного моделирования логистических процессов, Сборник девятой всероссийской научно-практической конференции по имитационному моделированию и его применению в науке и промышленности, 2019, С. 580-586.

[10] Foltin P., Vlkovský M., Mazal J., Husák J., Brunclík M. Discrete Event Simulation in Future Military Logistics Applications and Aspects, Modelling and Simulation for Autonomous Systems, 2018, DOI: 10.1007/978-3-319-76072-8_30

REFERENCES*

[1] I.M.Golushko, N.V. Varlamov Osnovy modelirovaniya i avtomatizacii upravleniya tyлом [in Russian: Fundamentals of modeling and automation of rear control], Moscow, Voenizdat, 1982. 237 p.

[2] A.V. Bychkov, A.A. Vorob'ev, G.N. Levchenko, M.P. Filjaev Nauchno-metodicheskie podhody k imitacionnomu modelirovaniyu processov material'no-tehnicheskogo obespecheniya vojsk (sil) v operacijah (boevyh dejstvijah) [in Russian: Scientific and methodological approaches to simulation modeling of the processes of logistic support of troops (forces) in operations (combat actions)], Proceedings of the Interdepartmental Scientific and Technical Conference "Actual problems of using simulation modeling in the interests of logistic support of the RF Armed Forces", 2018, St. Petersburg, pp.21-34.

[3] S.V. Varfolomeeva, S.V. Bozhko, V.V. Terehov, Primenenie matematicheskikh metodov imitacionnogo modelirovaniya v VS RF [in Russian: Application of mathematical methods of simulation modeling in the Armed Forces of the Russian Federation], Science. Technique. Technologies (polytechnic bulletin), 2020, Vol. 1, pp. 467-472.

[4] A.V. Cedochenkov, E.A. Rudakov, N.V. Sedochenkova Osobennosti material'no-tehnicheskogo obespechenija gruppirovok vojsk (sil) v sovremennyh uslovijah [in Russian: Features of the material and technical support of groupings of troops (forces) in modern conditions], Scientific problems of the material and technical support of the Armed Forces of the Russian Federation, 2019, Vol. 3 (13), pp. 21-31.

[5] A.A. Vorob'ev, M.P. Filjaev, A.S. Jakshin Diskretno-sobytijnoe imitacionnoe modelirovanie processov material'no-tehnicheskogo obespechenija vojsk (sil) [in Russian: Discrete-event simulation of the processes of logistic support of troops (forces)], Science and military security, 2019, Vol. 1(16), pp. 76-82.

[6] B. Xiong, B. Li, R. Fan, Q. Zhou, W. Li, Modeling and Simulation for Effectiveness Evaluation of Dynamic Discrete Military Supply Chain Networks, Complexity, 2017, <https://doi.org/10.1155/2017/6052037>

[7] S.A. Antipova, M.N. Volkov, M.P. Filjaev, A.S. Jakshin Imitacionnaja model' perevozki vojsk zheleznodorozhnym transportom [in Russian: Simulation model of the transportation of troops by rail], Certificate of registration of the computer program, RU 2019612378, 19.02.2019. Application 2019611158 since 08.02.2019.

[8] S.A. Antipova, M.N. Volkov, M.P. Filjaev, A.S. Jakshin Imitacionnaja model' vremennogo peregruzochnogo rajona, Svidetel'stvo o registracii programmy dlja JeVM [in Russian: Simulation model of a temporary transshipment area], Certificate of registration of a computer program, RU 2019617381, 06.06.2019. Application № 2019615841 ot 21.05.2019.

[9] M.P. Filjaev, A.A. Vorob'ev Tehnologija sozdaniya specializirovannyh instrumental'nyh sredstv imitacionnogo modelirovaniya logisticheskikh processov [in Russian: Technology for creating specialized tools for simulation modeling of logistics processes], Collection of the ninth all-Russian scientific and practical conference on simulation modeling and its application in science and industry, 2019, pp. 580-586.

[10] P. Foltin, M. Vlkovský, J. Mazal, J. Husák, M. Brunclík, Discrete Event Simulation in Future Military Logistics Applications and Aspects, Modelling and Simulation for Autonomous Systems, 2018, DOI: 10.1007/978-3-319-76072-8_30

Шингис Кадиркулов, э.ғ.к., PhD, Сағадат Нұрмағамбетов атындағы Құрлық әскерлерінің Әскери институты, Алматы, Қазақстан, nauka.visv@gmail.com

Владимир Чернов, доцент, Сағадат Нұрмағамбетов атындағы Құрлық әскерлерінің Әскери институты, Алматы, Қазақстан, chernovvladimir_nauka@mail.ru

Еркебулан Макаев, оқытушы, Сағадат Нұрмағамбетов атындағы Құрлық әскерлерінің Әскери институты, Алматы, Қазақстан, makaeverkebulan@gmail.com

Абылайхан Манатбеков, взвод командирі, Сағадат Нұрмағамбетов атындағы Құрлық әскерлерінің Әскери институты, Алматы, Қазақстан, ablai.manatbekov@gmail.com

ӘРТҮРЛІ СОҒЫС ЖАҒДАЙЫНДА ӘСКЕРЛЕРДІ МАТЕРИАЛДЫҚ- ТЕХНИКАЛЫҚ ҚАМТАМАСЫЗ ЕТУ ЖҮЙЕЛЕРІН ДАМУДЫҢ НЕГІЗГІ МӘСЕЛЕЛЕРІ

Аңдатпа. Соғыс нысандары мен әдістерінің тұрақты өзгеруі әртүрлі әскери операцияларда әскерлерді материалдық-техникалық қамтамасыз етудің күрделі және алуан түрлі процестерін жоспарлау және жүзеге асыру үшін зсмануи модельдеу және автоматтандыру құралдарын пайдалану қажеттілігіне әкеледі. Қазіргі уақытта әскерлерді материалдық-техникалық қамтамасыз ету процестерін модельдеуге, әскерлерді материалдық-техникалық қамтамасыз етуді жоспарлау мен басқару жүйесін әзірлеуге бірыңғай бірыңғай көзқарас жоқ. Бұл мақалада қазіргі заманғы тәсілдерді пайдалана отырып, әскерлерді материалдық-техникалық қамтамасыз етуді басқару жүйелерін әзірлеу процесінде туындайтын негізгі мәселелер қарастырылады.

Түйінді сөздер. Ақпараттық жүйелер, басқару жүйесі, имитациялық модельдеу, әскерлерді материалдық-техникалық қамтамасыз ету.

Shyngys Kadirkulov, candidate of military sciences, PhD, Sagadat Nurmagambetov Military Institute of the Kazakh Ground Forces, Almaty, Kazakhstan, nauka.visv@gmail.com

Vladimir Chernov, dosent, Sagadat Nurmagambetov Military Institute of the Kazakh Ground Forces, Almaty, Kazakhstan, chernovvladimir_nauka@mail.ru

Erkebulan Makaev, teacher, Sagadat Nurmagambetov Military Institute of the Kazakh Ground Forces, Almaty, Kazakhstan, makaeverkebulan@gmail.com

Abylaikhan Manatbekov, platoon commander, Sagadat Nurmagambetov Military Institute of the Kazakh Ground Forces, Almaty, Kazakhstan, ablai.manatbekov@gmail.com

MAIN PROBLEMS OF DEVELOPMENT OF CONTROL SYSTEMS FOR THE LOGISTIC AND TECHNICAL SUPPORT OF TROOPS UNDER VARIOUS CONDITIONS OF MILITARY ACTIONS

Abstract. Constantly ongoing changes in the forms and methods of warfare lead to the need of using modern modeling and automation tools for planning and implementing complex and diverse processes of logistical and technical support of troops in various military operations. At present there is no single unified approach to modeling the processes of logistical and technical support of troops, to the development of systems for planning and control of the logistics of troops. This paper discusses the main problems that arise in the process of developing control systems for the logistic and technical support of troops using modern approaches.

Keywords. information systems, control system, simulation modeling, logistic and technical support of troops.
