#### АННОТАЦИИ CTATEЙ / ABSTRACTS

#### Азарян Д.А., Иванчура В.И., Подрезов С.Н. Модель процесса предполетной подготовки самолета специалистами инженерно-авиационной службы.

В статье описывается подход к оценке продолжительности проведения комплекса работ по подготовке самолета к выполнению полетного задания с применением методов дискретно-событийного и агентного моделирования в среде имитационного моделирования AnyLogic. В результате работы программы последовательность и продолжительности выполнения отдельных технологических операций и в целом отображается в виде временной диаграммы Ганта.

Ключевые слова: имитационная модель, инженерно-авиационная служба, процесс предполетной подготовки, AnyLogic.

### Azaryan D.A., Ivanchura V.I., Podrezov S.N. Model of the process of pre-flight preparation of the aircraft by specialists of the aviation engineering service.

The article describes an approach to estimating the duration of the complex of work on preparing an aircraft for a flight task using discrete event and agent modeling methods in the AnyLogic simulation environment. As a result of the program's operation, the sequence and duration of individual technological operations are displayed as a whole in the form of a Gantt time diagram.

Keywords: AnyLogic, aviation engineering service, preflight preparation process, simulation model.

#### Алексеев А.В. Роботизированный проектный комплекс «АСОР-22».

В развитие концепции роботизации управления объектами морской техники и морской инфраструктуры (ОМТИ) применительно к задаче создания и использования автоматизированных систем в защищенном исполнении (АСЗИ) выполнена разработка модели и программного комплекса роботизированного (квазиавтоматического) анализа, синтеза и оптимизации процессов проектирования «АСОР-22», отличающегося от аналогичных комплексов когнитивным формированием и использованием базы данных и знаний на основе технологий QSWOT-экспресс-анализа и квалиметрического АСОР-синтеза решений с ранжированием индексов корневой чувствительности. Приведен пример реализации для решения задачи проектирования и оптимизации системы комплексной защиты информации в составе АСЗИ ОМТИ типа проектно-конструкторского бюро.

Ключевые слова: информационная живучесть корабля, информационное превосходство, когнитивные технологии, оптимизация системных решений, роботизированный проектный комплекс, человеческий фактор.

#### Alekseev A.V. Robotic support complex for design decisions «ASOR-22».

In the development of the concept of robotic management of marine equipment and marine infrastructure (OMTI) with regard to the task of creating and using automated systems in a secure manner development of a model and software complex for robotic (quasi-automatic) analysis, synthesis and optimization of ASOR-22 design processes differing from similar complexes by cognitive formation and using a database and knowledge based on QSWOT-express analysis technologies and qualimetric ASOR-synthesis of solutions with ranking of root sensitivity indices. An example of implementation for solving the problem of designing and optimizing an integrated information protection system as part of the OMTI ASZI is given, such as a design bureau.

Keywords: cognitive technologies, human factor, information survivability of the ship, information superiority, optimization of system solutions robotic design complex.

### Беляев С.А., Постников Е.В. Применение вероятностного программирования при решении задачи ракетно-технического обеспечения группировки войск в операции.

В работе рассмотрены различные постановки задачи ресурсного ракетнотехнического обеспечения группировки войск в операции с точки зрения вероятностного программирования. Продемонстрированы основные приемы по моделированию различных ситуаций, в том числе при изменении исходных данных и при наличии реальных измерений. Результаты подкреплены экспериментами на основе приведенных математических моделей задач. Представлены преимущества использования вероятностного программирования.

Ключевые слова: вероятностное программирование, математические модели, теорема Байеса.

#### Belyaev S.A., Postnikov E.V. Application of probabilistic programming in solving the problem of missile and technical support of a group of troops in an operation.

The paper considers various formulations of the problem of resource rocket and technical support of a group of troops in an operation from the point of view of probabilistic programming. The basic techniques for modeling various situations are demonstrated, including when changing the source data and in the presence of real measurements. The results are supported by experiments based on the given mathematical models of problems. The main advantages of using probabilistic programming are presented.

Keywords: Bayes' theorem, mathematical models, probabilistic programming.

### Богомолов А.П., Гулиев М.Д., Синяткин Д.А. Имитационная модель функционирования орбитальной группировки разведывательных космических аппаратов.

В статье описывается разработанная авторами имитационная модель функционирования орбитальной группировки разведывательных космических аппаратов с применением среды имитационного моделирования AnyLogic.

Ключевые слова: имитационная модель, космические аппараты, орбитальная группировка, разведывательные системы, AnyLogic.

### Bogomolov A.P., Guliev M.J., Sinyatkin D.A. Simulation model of the functioning of the orbital grouping of reconnaissance spacecraft.

The article describes the simulation model developed by the authors of the functioning of the orbital grouping of reconnaissance spacecraft using the AnyLogic simulation environment.

Keywords: AnyLogic, orbital grouping, reconnaissance systems, simulation model, spacecraft.

### Богомолов А.П., Кувалдин Г.В., Подрезов С.Н. Модель оценки вклада мероприятий радиоэлектронной борьбы в эффективность действий войск в ходе двустороннего боя по боевым показателям.

В статье описывается подход к оценке вклада мероприятий радиоэлектронной борьбы в эффективность действий войск в ходе двустороннего боя по боевым показателям. Для решения системы уравнений Ланчестера-Осипова модели динамики боя применен метод системной динамики среды имитационного моделирования AnyLogic. Предложен порядок учета эффектов от мероприятий РЭБ в модели боя и представлен вид результирующих зависимостей изменения объема решаемых задач РЭБ и относительного изменения.

Ключевые слова: имитационная модель, AnyLogic, двусторонний бой, уравнения Ланчестера-Осипова, эффективность мероприятий радиоэлектронной борьбы.

## Bogomolov A.P. Kuvaldin G. V. Podrezov S.N. A model for assessing the contribution of EW measures to the effectiveness of troops' actions during a two-way battle by combat performance indicators.

The article describes an approach to assessing the contribution of electronic warfare measures to the effectiveness of the actions of troops during a two-way battle by combat indicators. To solve the system of Lanchester-Osipov equations of the combat dynamics model, the method of system dynamics of the AnyLogic simulation environment is applied. The procedure for taking into account the effects of EW measures in the combat model is proposed and the type of resulting dependencies of changes in the volume of EW tasks being solved and the relative change in the combat potential of one of the parties in battle is presented.

Keywords: AnyLogic, effectiveness of electronic warfare measures, Lanchester-Osipov equations, simulation model, two-way combat.

## Богомолов А.П., Чернышов Д.В. Сравнительная оценка способов управления группировкой сил РЭБ с использованием имитационных моделей функционирования подсистемы управления.

В статье описывается подход к выбору предпочтительного варианта построения подсистемы связи группировки сил, реализующих различные способы координационного управления с помощью имитационного моделирования процессов ее функционирования с применением среды имитационного моделирования AnyLogic.

Ключевые слова: группировка сил РЭБ, имитационная модель, способы координационного управления, AnyLogic.

## Bogomolov A.P. Chernyshov D.V. Comparative assessment of methods of managing the grouping of EW forces using simulation models of the functioning of the control subsystem.

The article describes an approach to choosing the preferred option for constructing a communication subsystem of a grouping of forces that implement various methods of coordination control using simulation modeling of its functioning processes using the AnyLogic simulation environment.

Keywords: AnyLogic, grouping of EW forces, methods of coordination management, simulation model.

### Борисов В.В., Фролов И.А. Моделирование процесса подготовки подразделений войсковой ПВО.

В статье обосновывается необходимость моделирования процесса подготовки подразделений войсковой ПВО для его адаптации к динамично изменяющимся условиям ведения боевой работы специалистами зенитных средств. Показана возможность применения методов процессного управления, которые основываются на моделировании процессов деятельности в сложных системах. В качестве примера приведены результаты разработки модели процесса подготовки стрелка-зенитчика по технической и специальной подготовкам с использованием нотации ARIS еЕРС и подход к преобразованию полученной модели в нечеткую сеть Петри для моделирования. Предложен метод адаптивной подготовки подразделений ЗДН.

Ключевые слова: «деловые» процессы, моделирование процесса подготовки, нечеткая сеть Петри, онтология, подготовка подразделений войсковой ПВО, профиль объекта подготовки.

#### Borisov V.V., Frolov I.A. Modeling of the process of training military air defense units.

The article substantiates the necessity of modeling the process of training military air

defense units for its adaptation to dynamically changing conditions of combat work by specialists of anti-aircraft weapons. The possibility of using process control methods based on the modeling of activity processes in complex systems is shown. As an example, the results of the development of a model of the process of preparing an anti-aircraft gunner for technical and special training using the ARIS eEPC notation and an approach to converting the resulting model into a fuzzy Petri net for modeling are presented. A method of adaptive training of ZDN units is proposed.

Keywords: «business» processes, fuzzy Petri net, modeling of the training process, ontology, profile of the training object, training of military air defense units.

### Бычков А.В., Батов В.Ю., Филяев М.П. Проблемные вопросы применения программных инструментальных средств при разработке имитационных моделей процессов материально-технического обеспечения войск (сил)

В статье отражен ряд организационных и методологических проблемных вопросов, связанных с разработкой имитационных моделей процессов материальнотехнического обеспечения войск (сил) на основе применения современных средств моделирования. Отмечается актуальность создания инструментальных специализированных инструментальных средств имитационного моделирования рассматриваемых процессов. Ha основе анализа возможностей наиболее распространенных современных программных сред моделирования и опыта их применения при разработке имитационных моделей в рассматриваемой предметной области обоснованы основные требования к специализированным программным инструментальным средствам имитационного моделирования и их состав.

Ключевые слова: имитационная модель, инструментальное средство моделирования, логистический процесс, материально-техническое обеспечение, технология моделирования.

### Bychkov A.V., Batov V.Y., Filyaev M.P. Application issues software tools for development simulation models of the processes of the logistic and technical support of the troops (force).

The article reflects a number of organizational and methodological problematic issues related to the development of simulation models of the processes of logistics of troops (forces) based on the use of modern modeling tools. The relevance of creating specialized tools for simulation of the processes under consideration is noted. Based on the analysis of the capabilities of the most common modern modeling software environments and the experience of their application in the development of simulation models in the subject area under consideration, the main requirements for specialized simulation software tools and their composition are substantiated.

Keywords: logistics, logistic process, modeling technology, simulation model, simulation tool.

## Владимиров И.В., Ерыгин А.А., Богатырев М.В., Житенев С.А., Сепкин А.М. Система имитационного моделирования сетецентрического управления боевыми действиями в тактическом звене.

Предложена система имитационного моделирования сетецентрического управления боевыми действиями в тактическом звене, позволяющая учитывать множественность и взаимовлияние реализуемых в ходе управления процессов. В соответствии с процессно-ориентированным подходом в состав системы имитационного моделирования включены модели трех уровней — модель процессов управления, модель задач управления и модель передачи команд управления. Приведено описание включенных в состав системы моделирования моделей.

Работоспособность системы проиллюстрирована на примере моделирования процессов управления, реализуемых при одновременном решении задач огневого поражения и сбора данных обстановки силами артиллерийского дивизиона.

Ключевые слова: боевые действия, модель задач управления, модель команд управления, модель процессов управления, сетецентрическое управление, система моделирования, тактическое звено.

#### Vladimirov I.V., Erygin A.A., Bogatyrev M.V., Zhitenev S.A., Sepkin A.M. Simulation system for network-centric control of combat operations at the tactical level.

A simulation system for modeling the network-centric control of combat actions in the tactical level is proposed, which allows taking into account the multiplicity and mutual influence of the processes implemented in the course of control. In accordance with the process-oriented approach, the modeling system includes models of three levels - a model of control processes, a model of control tasks, and a model for transmitting control commands. The description of the models included in the modeling system is given.

Keywords: combat operations, modeling system, model of control commands, model of control processes, model of control tasks, network-centric control, tactical link.

## Гайдукевич Г.В., Бурмистров А.А. Модели оценки военно-экономической эффективности логистических систем войск флота в Арктической зоне Российской Федерации.

В статье представлен научно-методический подход к разработке экономико-математических моделей показателей и критериев оценки военно-экономической эффективности логистических систем в интересах тылового и материально-технического обеспечения войск флота в Арктической зоне Российской Федерации.

Ключевые слова: Арктическая зона, военно-экономическая эффективность, имитационное моделирование, критерии оценки, логистические системы, материально-техническое обеспечение, показатели, экономико-математические модели.

#### Gaidukevich G.V., Burmistrov A.A. Models for assessing the military-economic efficiency of logistic systems of fleet troops in the Arctic zone of the Russian Federation.

The article presents a scientific and methodological approach to substantiating economic and mathematical models of indicators and criteria for assessing the military-economic efficiency of military logistics systems in the interests of logistics and logistics support of fleet troops in the Arctic zone of the Russian Federation.

Keywords: Arctic zone, economic and mathematical models, evaluation criteria, indicators, logistics systems, logistics and technical support, military-economic efficiency, simulation modeling.

### Головко К.В., Нечаева В.А. Использование моделирования работы автомобильных генераторных установок для определения их технического состояния.

Статья содержит описание метода исследования, при котором имитируется работа генераторной установки и контролируется еè техническое состояние при помощи осциллографического устройства, представлена конструкция технического средства, которое позволяет исследовать и дать объективную оценку состояния генераторов переменного тока и регулятора напряжения исключив при этом их демонтаж с автомобиля и пуск двигателя.

Ключевые слова: генератор переменного тока, моделирование, осциллографическое устройство, регулятор напряжения, техническое состояние, фигуры Лиссажу.

#### Golovko K.V., Nechaeva V.A. Using the process of modeling the operation of automotive generator sets to determine their technical condition.

The article contains a description of a research method in which the operation of a generator set is simulated and its technical condition is monitored using an oscilloscope device, the design of a technical means is presented that allows you to investigate and give an objective assessment of the condition of alternators and voltage regulators, while excluding their dismantling from the car and starting the engine.

Keywords: alternator, Lissajous figures, modeling, oscillographic device, technical condition, voltage regulator.

#### Дурнев Р.А., Гусева А.С. Алгоритм и технологии моделирования тактических ситуаций в целях принятия решений.

В статье рассматривается условная тактическая ситуация построения алгоритмов нечеткого вывода, которые могут быть положены в основу экспертных систем для выработки рациональных тактических действий.

Ключевые слова: алгоритм, боевая задача, БПЛА, нечеткие множества, огневая позиция, система нечеткого вывода.

#### Durnev R.A., Guseva A.S. Algorithm and technologies for modeling tactical situations in order to make a decision.

The report examines the conditional tactical situation of constructing fuzzy inference algorithms that can be used as the basis for expert systems to develop tactical actions.

Keywords: algorithm, BPLA, combat mission, firing position, fuzzy inference system, fuzzy sets.

#### Коновальчик А.П., Щирый А.О. Имитационное моделирование средств воздушно-космического нападения в разрабатываемой САПР РЛС.

В докладе изложены подходы моделирования фоноцелевой обстановки в ходе комплексного имитационного моделирования в системе автоматизированного проектирования радиолокационных станций. Приведены используемые математические модели, различные для разных классов целей. Представлена концепция реализации имитационного моделирования, реализованы две схемы: дискретнособытийная и пошаговая.

Ключевые слова: аэродинамическая цель, баллистическая цель, дискретнособытийное моделирование, имитационное моделирование, радиолокация, фоноцелевая обстановка, эффективная площадь рассеяния.

### Konovalchik A.P., Shchiry A.O. Simulation modeling of means of aerospace attack in the developed CAD radar.

The report outlines approaches to modeling the phono-target situation in the course of complex simulation modeling in the system of automated design of radar stations. The mathematical models used, which are different for different classes of purposes, are given. The concept of implementation of simulation modeling is presented, two schemes are implemented: discrete-event and step-by-step.

Keywords: aerodynamic target, ballistic target, discrete-event modeling, effective scattering area, phono-target environment, radar, simulation modeling.

#### Крылов В.М., Шарков И.К. Генерация сценариев атак нарушителя с помощью алгоритма событийно-управляемых траекторий.

В данной статье обозреваются существующие подходы постановки сценариев проникновения для вычислительных экспериментов с проникновением на цифровой

двойник охраняемого объекта. Выделяются их проблемы, а также предлагается альтернативный подход с помощью алгоритма событийно-управляемых траекторий. Такой алгоритм позволяет автоматизировать процесс генерации сценариев для имитационного моделирования и охватить как можно большее возможное количество вариантов развития событий в экспериментах.

Ключевые слова: анализ уязвимости, гибридные автоматы, граф, поиск пути, системы физической защиты, событийно-управляемая траектория, сценарий атак, СФЗ, эвристический алгоритм.

#### Sharkov I.K., Krylov V.M. Generation of intruder attack scenarios via an event-driven trajectory algorithm.

This paper reviews the existing approaches of staging intrusion scenarios for computational experiments with penetration into the digital twin of a guarded facility. The paper highlights problems in those approaches and suggests an alternative approach using the event-driven trajectory algorithm. This algorithm allows to automate the process of generating scenarios for simulation and to cover as many possible variants of events in the experiments.

Keywords: attack scenario, event-driven trajectory, graph, heuristic algorithm, hybrid finite-state machine, pathfinding, physical protection system, PPS, vulnerability analysis.

### Кулагин А.В., Спиридонов М.А. Имитационное моделирование температурных напряжений в деталях машин.

Техника военного назначения эксплуатируется во всех климатических зонах, во всем диапазоне мощностей, а зачастую и с перегрузкой по мощности. Указанные факторы обуславливают проблему организации эксплуатации систем военного назначения при условии обеспечения заданного уровня надежности. Решение этой задачи возможно при моделировании процессов формирования температурных напряжений в деталях двигателей, наиболее подверженных температурному воздействию.

Ключевые слова: имитационное моделирование, крышка цилиндра, температурные напряжения, тепловой поток.

#### Kulagin A.V., Spiridonov M.A. Simulation of temperature stresses in machine parts.

Military equipment is operated in all climatic zones, in the entire range of capacities, and often with power overload. These factors cause the problem of organizing the operation of military systems, provided that a given level of reliability is provided. The solution of this problem is possible when modeling the processes of formation of temperature stresses in engine parts that are most susceptible to temperature effects.

Keywords: simulation modeling, cylinder cover, temperature stresses, heat flow.

#### **Никоноров А.Н., Волков М.Н., Кальницкий В.С. Имитационное** моделирование плоских транспортных процессов.

Статья посвящена построению двумерных моделей, аналогичных срезам полипористых сред. Обсуждается возможность применения этих моделей для решения широкого круга задач, связанных с вопросами проникновения на охраняемые инфраструктурные и иные объекты, их защиты и поражения. Описана технология моделирования среды, расчета глубины проникновения, вычисления иных характеристик и результатов противодействия.

Ключевые слова: имитационная модель, пористая среда, технология моделирования, случайные блуждания, транспортный процесс.

\_\_\_\_

#### Nikonorov A.N., Volkov M.N., Kalnitsky V.S. Simulation modeling of flat transport processes.

The article is devoted to the construction of two-dimensional models of media similar to cuts of polyporous media. The possibility of using these models to solve a wide range of problems related to the issues of penetration into protected infrastructure and other objects, their protection and destruction is discussed. The technology of environment modeling, penetration depth calculation, calculation of other characteristics and counteraction results is described.

Keywords: modeling technology, porous medium, random walks, simulation model, transport process.

### Пантелеев М.Г., Филяев М.П., Кузьмин Р.Н., Филиппов Д.А. Концепция построения и применения систем поддержки принятия решений на основе онтологичского подхода и имитационного моделирования.

В статье отражены проблемные вопросы применения имитационных моделей в составе автоматизированных систем управления военного назначения. Подчеркивается необходимость совершенствования управления силами и средствами материальнотехнического обеспечения войск (сил) при проведении операций в современных условиях, характеризующихся высокой динамикой изменения оперативной обстановки и значительным сокращением допустимого времени принятия решений. Для повышения эффективности деятельности органов военного управления предложена концепция построения и применения систем поддержки принятия решений на основе интеграции онтологического подхода и имитационного моделирования, рассмотрены возможности еè реализации.

Ключевые слова: автоматизированная система управления, имитационная модель, комплекс математического моделирования, материально-техническое обеспечение, онтологический подход, система поддержки принятия решений.

### Panteleev M.G., Filyaev M.P., Kuzmin R.N., Filippov D.A. The concept of building and applying decision support systems based on the ontological approach and simulation modeling.

The article reflects the problematic issues of the use of simulation models as part of automated control systems for military purposes. The necessity of improving the management of forces and means of material and technical support of troops (forces) during operations in modern conditions characterized by high dynamics of changes in the operational situation and a significant reduction in the allowable decision-making time is emphasized. To increase the effectiveness of the activities of military command bodies, the concept of building and applying decision support systems based on the integration of the ontological approach and simulation modeling is proposed, the possibilities of its implementation are considered.

Keywords: automated control system, decision support system, logistics, mathematical modeling complex, ontological approach, simulation model.

# Паращук И.Б., Михайличенко А.В. Имитационная модель системы массового обслуживания в интересах аналитического описания процесса смены состояний показателей надежности мобильных дата-центров военного назначения.

Современные подходы к имитационному моделированию, опирающиеся на апробированные математические постулаты, позволяют получать достоверные исходные данные для разработки адекватных аналитических моделей сложных управляемых информационно-технических систем военного назначения, таких как мобильные дата-центры. При этом возможно получение исходных данных, являющихся

базовым элементом для аналитического описания процесса смены состояний показателей надежности систем такого класса. Рассмотрен математический аппарат, лежащий в основе имитационного моделирования в рамках решения подобных задач, приведены выражения, позволяющие с вероятностно-временной точки зрения охарактеризовать процесс смены состояний конкретного показателя надежности — среднего времени восстановления работоспособного состояния элементов мобильного дата-центра.

Ключевые слова: имитационная модель, мобильный дата-центр, надежность, процесс восстановления, показатель, система массового обслуживания.

#### Parashchuk I.B., Mikhailichenko A.V. Simulation model of a queuing system in the interests of an analytical description of the process of changing the states of reliability indicators of mobile data centers for military purposes.

Modern approaches to simulation modeling, based on proven mathematical postulates, allow us to obtain reliable initial data for the development of adequate analytical models of complex controlled military information technology systems, such as mobile data centers. At the same time, it is possible to obtain initial data that are the basic element for an analytical description of the process of changing the states of reliability indicators of systems of this class. The mathematical apparatus underlying simulation modeling in the framework of solving such problems is considered, expressions are given that allow from a probabilistic-temporal point of view to characterize the process of changing the states of a specific reliability indicator – the average recovery time of the functional state of the elements of a mobile data center.

Keywords: indicator, mobile data center, queuing system, recovery process, reliability, simulation model.

### Пуха Г.П. Имитационное моделирование в интересах обоснования рациональных вариантов организации технического обслуживания.

В докладе обсуждается подход к обоснованию рациональных вариантов технического обслуживания оборудования производственных объектов с использованием имитационного моделирования.

Ключевые слова: вариант технического обслуживания, имитационное моделирование, принятие решения, экономические показатели.

#### Pukha G.P. Simulation modeling in the interests of substantiation of rational options for the organization of maintenance.

The report discusses an approach to substantiate rational options for the maintenance of equipment of production facilities using simulation modeling.

Keywords: decision making, economic indicators, maintenance option, simulation.

#### Саенко И.Б., Николаев В.В. Об имитационной модели единого информационного пространства специального назначения.

В статье рассматривается вопрос построения имитационной модели единого информационного пространства специального назначения, являющегося транзакционной системой, в среде имитационного моделирования AnyLogic. Приводится вариант ее построения и подробно описывается алгоритм ее функционирования.

Ключевые слова: единое информационное пространство, имитационная модель, информационный ресурс, транзакционная система.

#### Saenko I.B., Nikolaev V.V. On a simulation model of a special-purpose common information space.

The paper deals with the development of a simulation model of a special-purpose common information space that is a transactional system in the simulation environment AnyLogic. A variant of its construction is given and the algorithm of its functioning is described in detail.

Keywords: common information space, information resource, simulation model, transactional system.

### Соколов Б.В., Вивчарь Р.М., Птушкин А.И. Применение многокритериального имитационного моделирования на различных этапах жизненного цикла комплексов вооружения, военной и специальной техники.

Задачи обоснования проектных решений по созданию новых комплексов вооружения, военной и специальной техники (ВВСТ) и программ модернизации уже существующих связаны с необходимостью удовлетворения требований заказчиков к значениям заданного количества показателей эффективности их функционирования и принадлежат к классу многокритериальных задач. При этом необходимо учитывать, что процесс функционирования комплексов ВВСТ подвержен влиянию различных факторов неопределенности и значения показателей его эффективности носят случайный характер. В статье обосновывается целесообразность использования в качестве комплексного показателя эффективности функционирования изделий ВВСТ вероятность одновременного достижения комплекса всех целей их функционирования. Предложена методика определения названного показателя и ее программная реализация. Рассмотрен применения разработанной пример иллюстрирующий широкие аналитические возможности использования предложенного подхода к обоснованию решения по созданию комплексов ВВСТ.

Ключевые слова: вероятность достижения целей, модернизация, многокритериальное имитационное моделирование, плотность вероятности, показатели эффективности, сложная техническая система, система случайных величин.

## Sokolov B.V., Vivchar R.M., Ptushkin A.I. Application of multi-criteria simulation modeling at various stages of the life cycle of armament complexes, military and special equipment.

Tasks of justification of design decisions on creation of new complexes of armament, military and special equipment (AMSE) and programs of modernization of already existing are connected with the necessity of satisfaction of requirements of customers to values of the given number of indicators of efficiency of their functioning and belong to a class of multicriteria problems. At the same time, it is necessary to take into account that the process of functioning of AMSE complexes is influenced by various factors of uncertainty and the values of its performance indicators are of random nature. This article substantiates the expediency of usage as a complex index of effectiveness of functioning of AMSE products, the probability of simultaneous achievement of all objectives of their functioning. We consider an example of application of the developed method, illustrating broad analytic possibilities of using the proposed approach to justify the decision to create complexes of AMSE.

Keywords: complex technical system, modernization, performance indicators, multicriteria simulation, probability density, probability of goal achievement, system of random variables.

#### Соловатов И.А., Митюков Н.В. Имитационное моделирование боя моноцентрической и сетецентрической ПВО.

На основе имитационного моделирования производится выбор оптимального метода наведения ракеты на примере комплекса «Тор М1» для перехвата

высокоманевренной цели на примере БПЛА ТВ2 «Ваугакта» и высокоскоростной цели на примере крылатой ракеты BGM-109 «Тотаhawk». В результате, для этого сценария наиболее оптимальным стал метод параллельного сближения. Далее с помощью имитационного моделирования произведен расчет устойчивости одиночного комплекса «Тор М1» к массированному налету ТВ2 «Ваугакта» и BGM-109 «Тотаhawk», а также одиночного комплекса, являющегося частью сетецентрической системы ПВО. Продемонстрирована существенная эффективность второго.

Ключевые слова: зенитно-ракетный комплекс, имитационное моделирование, массированный налет, противовоздушная оборона, устойчивость противовоздушной обороны.

#### Solovatov I.A., Mitiukov N.V. Simulation modeling of the battle of monocentric and network-centric air defense.

Based on simulation modeling, the optimal method of missile guidance is selected using the example of the «Tor M1» complex to intercept a highly maneuverable target using the TB2 «Bayraktar» UAV as an example and a high-speed target using the BGM-109 «Tomahawk» cruise missile as an example. As a result, the parallel approach method has become the most optimal for this scenario. Further, with the help of simulation modeling, the calculation of the resistance of a single complex «Tor M1» to a massive raid of TB2 «Bayraktar» and BGM-109 «Tomahawk», as well as a single complex, which is part of a network-centric air defense system, was calculated. The significant efficiency of the second has been demonstrated.

Keywords: anti-aircraft missile system, air defense, air defense stability, massive raid, simulation.

### Сурин Р.О. Проблемы и перспективы развития системы управления техническим обеспечением в ходе проведения спецопераций.

В современных условиях ведения боевых действий функционирование системы управления техническим обеспечением группировки войск постоянно усложняется, возрастают объемы анализируемой для принятия решений информации, повышаются требования к ее оперативности и своевременности. Рассмотрен технологический подход решения ланной проблемы на основе моделирования однотипных логистических процессов решаемых подразделениями задач, как аналитического, так и имитационного. Создание в составе группировки войск резерва ресурсов позволит органам управления техническим обеспечением адаптировать деятельность мобильных ремонтных подразделений, распределить их в каждой конкретной ситуации между подчиненными органами, что позволит оперативно решать поставленные перед группировкой войск задачи.

Ключевые слова: военно-техническое имущество, имитационное моделирование, система управления техническим обеспечением, техническое обеспечение.

### Surin R.O. Problems and prospects of development of the technical support management system during special operations.

In modern conditions of warfare, the functioning of the control system for the technical support of the grouping of troops it is constantly becoming more complicated, the volume of information analyzed for decision-making is increasing, the requirements for its efficiency and timeliness are increasing. The technological approach to solving this problem is considered on the basis of modeling the same type of logistics processes of tasks solved by divisions, both mathematical and simulation. The creation of a controlled reserve of resources within the grouping of troops will allow the technical support management bodies to adapt the simulation model in the form of mobile repair units, distribute them in each specific situation

between subordinate bodies, which will allow them to quickly solve the tasks assigned to the grouping of troops.

Keywords: military-technical equipment, technical support management system, simulation, technical support.

## Фролов Д.В., Паняев А.И., Осипова Т.В. Моделирование предельных значений блеска космических объектов в интересах исследования возможностей по их обнаружению оптико-электронными средствами.

В статье представлена модель оценки массогабаритных параметров малоразмерных объектов и оценка возможности их обнаружения оптико-электронными средствами наземного базирования.

Ключевые слова: блеск космического объекта, малоразмерный космический объект, математическая модель, оптико-электронные средства, эквивалентная сфера.

## Frolov D.V., Panyaev A.I., Osipova T.V. Modeling of the limiting values of the brightness of space objects in the interests of studying the possibilities for their detection by optoelectronic means.

The article presents a model for assessing the weight and size parameters of small-sized objects and assessing the possibility of their detection by ground-based optoelectronic means.

Keywords: equivalent sphere, mathematical model, optoelectronic means, small-sized space object, shine of a space object.