

АННОТАЦИИ СТАТЕЙ / ABSTRACTS

Акодит Е.В., Анциферов А.А., Рыбальченко П.В. Метод повышения оперативности ввода данных в моделирующий комплекс.

Приведена структура метода определения направления прорыва системы ПВО, реализованная на основе концепции интеллектуальных агентов и использовании аппарата клеточных автоматов.

Ключевые слова: интеллектуальный агент, моделирование боевых действий, перспективный моделирующий комплекс, решетчатый случайный поиск.

Akodit E.V., Antsiferov A.A., Rybalchenko P.V. A Method for increasing the efficiency of data entry into the modeling complex.

The structure of the method for determining the direction of the air defense system breakthrough, implemented on the basis of the concept of intelligent agents and the use of cellular automata, is presented.

Keywords: intelligent agent, combat simulation, advanced modeling complex, lattice random search.

Антипенский Р.В., Смирнов Д.В. Моделирование процессов формирования ложных объектов на радиолокационном изображении радиолокационных станций с синтезированием апертуры антенны.

Разработаны модель формирования ложных объектов на радиолокационном изображении и методика анализа влияния ошибок определения траекторных и сигнальных параметров радиолокационных станций с синтезированием апертуры антенны беспилотных летательных аппаратов на качество формирования объектов. Приводятся результаты обоснования предельно допустимых ошибок в оценке траекторных и сигнальных параметров радиолокационных станций с синтезированием апертуры антенны.

Ключевые слова: разведывательно-ударный беспилотный летательный аппарат, оценка ошибок определения траекторных и сигнальных параметров, радиолокационная станция с синтезированной апертурой антенны.

Antipensky R.V., Smirnov D.V. Modeling of processes of false object formation on radar image of radar stations with antenna aperture synthesis.

The model of false object formation on radar image and the methodology for analyzing the influence of errors in determining the trajectory and signal parameters of radar stations with synthesizing the antenna aperture of unmanned aerial vehicles on the quality of object formation are developed. The results of substantiation of maximum allowable errors in estimation of trajectory and signal parameters of radar stations with antenna aperture synthesizing are given.

Key words: reconnaissance-impact unmanned aerial vehicle, estimation of errors in determining trajectory and signal parameters, radar station with synthesized antenna aperture.

Блинова Н.П. Совместное применение аналитических и имитационных моделей при исследовании процессов материально-технического обеспечения войск (сил).

В статье рассматривается подход к реализации программно-аппаратного комплекса поддержки принятия решений органов военного управления МТО на основе совместного применения в его составе аналитических и имитационных моделей процессов МТО войск (сил). Предлагаемые технологические решения могут быть использованы при совершенствовании автоматизированных систем управления МТО различного уровня.

Ключевые слова: аналитическая модель, имитационное моделирование, оценка эффективности, процессы МТО, программно-аппаратный комплекс, система поддержки принятия решений, среда моделирования.

Blinova N.P. Joint application of analytical and simulation models in the study of the processes of logistics of troops (forces).

The article considers an approach to the implementation of a software and hardware complex for decision-making support of military logistics management bodies based on the joint application of analytical and simulation models in the study of processes of logistics of troops (forces) in its composition. The proposed technical solutions can be used to improve automated logistics management systems at various levels.

Keywords: analytical model, simulation modeling, efficiency evaluation, logistics processes, software and hardware complex, decision support system, simulation environment.

Богомолов А.П., Кувалдин Г.В., Бородавкин А.Н., Рудко А.А. Модель оценки влияния радиоподавления радиоканалов «буй-самолет» на процессы поиска на рубеже подводной лодки противолодочным самолетом противника и поддержания контакта при дальнейшем слежении.

Предложена имитационная модель оценки эффективности поисковых действий противолодочного самолета противника по совокупности поисковых действий на всех типах барьеров в динамике взаимного перемещения объектов методами имитационного моделирования. В модели учитывается противодействие средствами радиоэлектронной борьбы радиоканалу передачи радиосигналов (ретрансляции гидроакустических сигналов) радиогидроакустическими буйами и маневр подводного объекта поиска.

Ключевые слова: противолодочный самолет, барьер, подводная лодка, радиогидроакустический буй, радиоподавление, радиоэлектронная борьба.

Bogomolov A.P., Kuvaldin G.V., Borodavkin A.N., Rudko A.A. A model for evaluating the effect of radio suppression of buoy-airplane radio channels on the processes of searching for a submarine at the turn by an enemy anti-submarine aircraft and maintaining contact during further tracking.

A simulation model is proposed for evaluating the effectiveness of the search actions of an enemy anti-submarine aircraft based on the totality of search actions on all types of barriers in the dynamics of mutual movement of objects by simulation methods. The model takes into account the counteraction by means of electronic warfare to the radio channel of transmission of radio signals (retransmission of sonar signals) by radio hydroacoustic buoys and the maneuver of an underwater search object.

Keywords: anti-submarine aircraft, barrier, submarine, radio hydroacoustic buoy, radio suppression, electronic warfare.

Богомолов А.П., Чернышов Д.В. Имитационная модель функционирования системы управления подразделениями, реализующая способы координационного управления.

Применительно к управлению частями (подразделениями) группировки рассмотрены четыре основных варианта реализации принципов координационного управления. Оценка эффективности предложено оценивать на имитационной модели, использующей два метода имитационного моделирования: агентный подход при представлении элементов структуры системы и дискретно-событийное моделирование для описания процессов функционирования каналов (подсистем) доставки команд управления (докладов).

Ключевые слова: имитационная модель, система управления, способы управления, потоки информации.

Bogomolov A.P., Chernyshov D.V. A simulation model of the functioning of the department management system, implementing methods of coordination management.

With regard to the management of the units of the grouping, four main options for the implementation of the principles of coordination management are considered. The effectiveness assessment is proposed to be evaluated on a simulation model using two methods of simulation modeling: an agent-based approach to the representation of elements of the system structure and discrete event modeling to describe the processes of functioning of channels (subsystems) for the delivery of control commands (reports).

Keywords: simulation model, management system, management methods, coordination, information flows.

Болотов Н.Н. Моделирование военных действий в интересах поддержки принятия решения на операцию.

В статье рассматриваются вопросы моделирования военных действий в интересах поддержки принятия решения на операцию. Описывается, какие программно-технические средства для этого применяются в Военной академии Генерального штаба ВС РФ и в чем заключаются основные трудности при их создании. В этой связи предлагается разрабатывать математический аппарат для комплексной модели применения межвидовой группировки войск (сил) на основе нечеткой логики, что позволит получать высокую степень реалистичности результатов моделирования вооруженной борьбы с учетом ведения ее во всех сферах.

Ключевые слова: вооруженная борьба, межвидовая операция, моделирование военных действий, программные средства моделирования, нечеткий когнитивно-логический метод, нечеткие модели.

Bolotov N.N. Modeling of military operations in the interests of supporting decision-making for an operation.

The article discusses the issues of modeling military operations in the interests of supporting decision-making for an operation. It describes what software and hardware tools are used for this at the Military Academy of the General Staff of the Armed Forces of the Russian Federation and what are the main difficulties in creating them. In this regard, it is proposed to develop a mathematical apparatus for an integrated model of the use of an interspecific grouping of troops (forces) based on fuzzy logic, which will allow obtaining a high degree of realism of the results of modeling armed struggle, taking into account its conduct in all spheres.

Keywords: armed struggle, interspecific operation, simulation of military operations, software modeling tools, fuzzy cognitive-logical method, fuzzy models.

Бычков А.В., Батов В.Ю., Филяев М.П. Опыт имитационного моделирования процессов материально-технического обеспечения войск (сил): проблемные вопросы и решения.

В статье представлены основные научные результаты, полученные сотрудниками научно-исследовательского института Военной академии МТО в области имитационного моделирования начиная с 2017 года по настоящее время, а так же особенности их применения, как в исследовательских целях, так и при подготовке военных специалистов. Раскрыты возникшие при этом организационные и методологические проблемные вопросы, связанные с разработкой имитационных моделей процессов МТО на основе применения современных универсальных программных сред моделирования. Обоснована актуальность первоочередного создания специализированных инструментальных средств имитационного моделирования процессов МТО для повышения эффективности научных исследований в рассматриваемой предметной области.

Ключевые слова: имитационная модель, логистический процесс, материально-техническое обеспечение, специализированное инструментальное средство моделирования, система поддержки принятия решений, технология имитационного моделирования

Bychkov A.V., Batov V.Y., Filyaev M.P. Experience in simulation modeling of logistics processes for troops (forces): problematic issues and solutions.

The article presents the main scientific results obtained by the staff of the Research Institute of the Military Academy of the Ministry of Defense in the field of simulation modeling since 2017 to the present, as well as the features of their application, both for research purposes and in the training of military specialists. The organizational and methodological problematic issues related to the development of simulation models of MTO processes based on the use of modern universal software modeling environments are disclosed. The relevance of the priority creation of specialized tools for simulation of MTO processes to increase the effectiveness of scientific research in the subject area under consideration is substantiated.

Keywords: simulation model, logistic process, logistics, specialized modeling tool, decision support system, simulation technology.

Васинев Д.А. Методология моделирования и оценки защищенности критической информационной инфраструктуры.

Целью работы является формирование методологии оценки защищенности на основе коммуникационных и конфигурационных параметров объекта критической информационной инфраструктуры (КИИ). Разработан метод построения моделей объектов КИИ, позволяющий разрабатывать параметрически точные относительно физического объекта имитационные модели для исследования свойств защищенности и устойчивости объектов КИИ, моделировать воздействия на них компьютерных атак. Предлагаемый метод имитационного моделирования позволяет учитывать конфигурационные и коммуникационные особенности построения и функционирования, динамику воздействия нарушителя на объекты КИИ, существующую политику безопасности, осуществлять моделирование функциональных и структурных свойств устойчивости и исследования степени влияния этих элементов на защищенность объекта КИИ.

Ключевые слова: информационная безопасность, критическая информационная инфраструктура, коммуникационная инфраструктура, конфигурационная инфраструктура, моделирование математическое, моделирование имитационное, сети Петри, оценка защищенности, устойчивость, протокольные блоки данных.

Vasinev D.A. Methodology of modeling and assessment of critical information infrastructure security.

The aim of the work is to develop a methodology for security assessment based on communication and configuration parameters of a critical information infrastructure (CII) object. For these purposes, a method of building models of CII objects is developed, which allows to develop parametrically accurate with respect to the physical object simulation models to study the properties of security and stability of CII objects, to simulate the impact of computer attacks (CA) on them. The proposed method of simulation modeling allows to take into account the configuration and communication features of construction and functioning, the dynamics of the intruder's impact on the CII objects, the existing security policy, to carry out modeling of functional and structural properties of stability and research the degree of influence of these elements on the security of the CII object.

Keywords: critical information infrastructure, information security, communication infrastructure, configuration infrastructure, mathematical modeling, simulation modeling, Petri nets, security assessment, stability, protocol data blocks.

Воробьёв А.А., Карагодин Д.М., Корзо В.В. Формирование рационального варианта подвоза боеприпасов артиллерийским подразделениям.

Приводятся результаты имитационного моделирования процессов обеспечения боеприпасами артиллерийских подразделений. Функция обеспеченности подразделения задаётся в виде модифицированной функции штрафа. Предлагаемый подход позволяет формировать рациональный вариант подвоза боеприпасов артиллерийским подразделениям при ограничениях на количество транспортных средств.

Ключевые слова: имитационное моделирование, рациональный вариант, штрафная функция, алгоритм, комплексное исследование процессов, подвоз боеприпасов артиллерийским подразделениям, высококомобильные малотоннажные грузовые автомобили.

Vorobyov A.A., Karagodin D.M., Korzo V.V. Formation of a rational option for the delivery of ammunition to artillery units.

The results of simulation modeling of processes of ammunition supply to artillery units are presented. The function of provision of the unit is set as a modified penalty function. The proposed approach allows to form a rational variant of ammunition supply to artillery units with restrictions on the number of vehicles.

Keywords: simulation modeling, rational option, penalty function, algorithm, complex study of processes, delivery of ammunition to artillery units, highly mobile low-tonnage trucks.

Голунова Л.В., Александрова А.М. Знакомство с имитационным моделированием при изучении дисциплины «Информационные технологии» в военном вузе.

В данной статье рассматривается подход к организации знакомства курсантов с актуальной для настоящего времени технологией имитационного моделирования при изучении дисциплины «Информационные технологии». Знакомство с простейшими имитационными моделями осуществляется в среде табличного процессора LibreOffice Calc, реализация которых предусматривает развитие навыков работы в электронных таблицах. В дальнейшем курсанты смогут использовать полученные знания и навыки на практических занятиях по специальным дисциплинам.

Ключевые слова: информационные технологии, изучение основ моделирования, имитационные технологии, высшее военное учебное заведение, табличный процессор.

Golunova L.V., Alexandrova A.M. Introduction to simulation modeling in the study of the discipline «Information Technology» at a military university.

This article discusses how it is possible to organize the acquaintance of cadets with the current technology of simulation modeling in the study of the discipline «Information Technology». Acquaintance with the simplest simulation models is carried out in the environment of the LibreOffice Calc tabular processor, the implementation of which provides for the development of skills in working in spreadsheets. In the future, cadets will be able to use their knowledge and skills in practical classes in special disciplines.

Keywords: information technology, learning the basics of modeling, simulation technologies, higher military educational institution, tabular processor.

Гордеев А.В., Павлов А.Н., Колесник Д.Ю. Алгоритм случайного направленного поиска эффективных планов автономной маршрутизации орбитальной группировки малых космических аппаратов дистанционного зондирования земли.

Рассматривается задача построения плана целевого применения орбитальной группировки малых космических аппаратов дистанционного зондирования Земли.

Критериями эффективности выбора плана обслуживания групповой цели является максимизация суммарной значимости полученной информации и минимизация ресурсных затрат. При формировании планов обслуживания учитываются интервалы видимости районов наблюдения, а также возможность ориентации оптической оси МКА для осуществления съемки. Используется подход к планированию, в котором искомое расписание строится направленной поисковой оптимизацией. Дано описание входных данных для реализации процесса многокритериального планирования.

Ключевые слова: группировка космических аппаратов; дистанционное зондирование Земли; групповая цель; многокритериальное планирование; алгоритм случайного направленного поиска.

Gordeev A.V., Pavlov A.N., Kolesnik D.Y. Algorithm of random directed search of effective plans of autonomous routing of orbital group of small spacecraft for remote sensing of the earth.

The problem of constructing a plan for the targeted use of an orbital grouping of small spacecraft for remote sensing of the Earth is considered. The criteria for the effectiveness of choosing a service plan for a group goal is to maximize the total significance of the information received and minimize resource costs. When forming maintenance plans, the intervals of visibility of the observation areas are taken into account, as well as the possibility of orientation of the optical axis of the MCA for shooting. A planning approach is used in which the desired schedule is built by targeted search engine optimization. The description of the input data for the implementation of the multi-criteria planning process is given.

Keywords: grouping of spacecraft; remote sensing of the Earth; group goal; multi-criteria planning; random directional search algorithm.

Гулиев М.Д. Моделирование радиоэлектронной обстановки при исследовании процесса радиотехнической разведки.

В статье приводятся принципы формирования имитационной модели радиоэлектронной обстановки применительно к аппаратуре радиотехнической разведки и особенности ее программной реализации.

Ключевые слова: имитационная модель, радиоэлектронная обстановка, радиотехническая разведка, информационное обеспечение, радиоэлектронная борьба.

Guliev M.D. A simulation model of the functioning of the department management system, implementing methods of coordination management.

The article presents the principles of forming a simulation model of the radio-electronic situation in relation to electronic intelligence equipment and the features of its software implementation.

Keywords: simulation model, radio-electronic situation, electronic intelligence, information support, electronic warfare.

Дворников С.В., Наасо Д.М., Севидов В.В. Аналитико-имитационная модель системы координатометрии двух космических аппаратов, использующей излучающую опорную реперную станцию и не менее четырех земных станций.

В статье представлена разработанная аналитико-имитационная модель координатометрии двух космических аппаратов. Показан вывод аналитических соотношений для расчета координат двух космических аппаратов на основе значений взаимных временных задержек. Проведено имитационное моделирование в среде программирования Матлаб для выбранного варианта размещения излучающей опорной реперной станции, земных станций и приемной радиотехнической станции. Представлены результаты имитационного моделирования. Определено направление дальнейшего исследования.

Ключевые слова: аналитико-имитационная модель, координатометрия, земная станция, излучающая опорная реперная станции, приемная радиотехническая станция, основной космический аппарат, смежный космический аппарат, имитационная модель.

Dvornikov S.V., Naaso J.M., Sevidov V.V. Analytical and simulation model of the coordinate system of two spacecraft using a radiating reference reference station and at least four Earth stations.

The article presents the developed analytical and simulation model of the coordination of two spacecraft. The conclusion of analytical relations for calculating the coordinates of two spacecraft based on the values of mutual time delays is shown. Simulation modeling was carried out in the Matlab programming environment for the selected placement option of a radiating reference reference station, earth stations and a receiving radio engineering station. The results of simulation modeling are presented. The direction of further research has been determined.

Keywords: analytical simulation model, coordination geometry, Earth station, radiating reference reference station, receiving radio engineering station, main spacecraft, adjacent spacecraft, simulation model.

Дворников С.В., Наасо Д.М., Севидов В.В. Имитационное моделирование деструктивного воздействия сигналоподобной помехи на канал радиосвязи с двоичной фазовой манипуляцией.

В статье представлены результаты исследования деструктивного воздействия сигналоподобной помехи на канал радиосвязи с двоичной фазовой манипуляцией. Имитационное моделирование проведено в среде программирования Matlab. Проведена проверка да адекватность разработанной модели с помощью воздействие на канал связи аддитивного белого гаусовского шума. Далее оценено воздействия сигналоподобной помехи на канал радиосвязи с двоичной фазовой манипуляцией. Представлены результаты имитационного моделирования. Определено направление дальнейшего исследования.

Ключевые слова: имитационная модель, радиопомеха, вероятность битовой ошибки.

Dvornikov S.V., Naaso J.M., Sevidov V.V. Simulation of the destructive effect of signal-like interference on a radio communication channel with binary phase manipulation.

The article presents the results of a study of the destructive effect of signal-like interference on a radio communication channel with binary phase manipulation. The simulation was carried out in the Matlab programming environment. The adequacy of the developed model was verified using the effect of additive white Gaussian noise on the communication channel. Next, the effects of signal-like interference on a radio communication channel with binary phase manipulation are estimated. The results of simulation modeling are presented. The direction of further research has been determined.

Keywords: simulation model, radio interference, probability of bit error.

Докучаев Я.С., Бойкова А.В., Анциферов А.А. Моделирование деятельности оператора автоматизированной системы управления специального назначения на основе его внутренней мотивации.

Развитие вычислительных средств позволяет реализовывать новые подходы к описанию и исследованию свойств человека-оператора автоматизированных систем управления (АСУ). На сегодняшний день существует множество подходов к моделированию его деятельности. Однако, как показал проведенный анализ, они не учитывают ключевого принципа деятельности оператора – приведение наблюдаемого

объекта к заданному состоянию. В статье предложен подход к моделированию деятельности оператора АСУ с учетом внутренней мотивации.

Ключевые слова: оператор, автоматизированные системы управления, моделирование, информационные технологии, мотивация.

Dokuchaev Y.S., Wojkova A.V., Anciferov A.A. Modeling the activity of an operator of an automated special purpose control system based on his internal motivation.

The development of computational tools makes it possible to realize new approaches to the description and study of the properties of human operators of automated control systems (ACS). To date, there are many approaches to modeling his activity. However, as the analysis has shown, they do not take into account the key principle of the operator's activity - bringing the observed object to a given state. The article proposes an approach to modeling the activity of an ACS operator taking into account internal motivation.

Keywords: operator, automated control systems, modeling, information technologies, motivation.

Дудин П.А., Шипунов А.С. Имитационное моделирование процесса модернизации вооружения, военной и специальной техники с учетом динамики их морального старения.

Увеличение интенсивности морального устаревания электронных компонентов привело к появлению специфичного класса систем ВВСТ, пригодность которых с течением времени уменьшается в 1,5-5 раз быстрее, чем для обычных ВВСТ. Проработка возможных механизмов управления жизненным циклом таких систем представляет значимый интерес для повышения их готовности к выполнению своих задач. Цель работы – описать методику программно-целевого планирования мероприятий модернизации ВВСТ нового класса с учетом неопределенности исходных данных и лимитов на ресурсы. В работе изложены описание методики и результаты экспериментов для решения задачи управления процессами модернизации. Применение методики позволяет обосновать стратегии модернизации быстроустаревающих ВВСТ, что обеспечивает повышение пригодности при исходной ресурсообеспеченности.

Ключевые слова: модернизация ВВСТ, стохастическая оптимизация, коэффициент пригодности по функциональному назначению, платформенное ВВСТ.

Dudin P.A., Shipunov A.S. Simulation modelling of the modernisation process of armament, military and special equipment, taking into account the dynamics of their obsolescence.

The increase in the rate of obsolescence of electronic components has led to the emergence of a specific class of armaments, military and special equipment systems, the suitability of which decreases over time 1.5-5 times faster than for conventional special equipment. The development of possible mechanisms for life cycle management of such systems is of significant interest for increasing their readiness to fulfill their missions. The aim of the paper is to describe the methodology of program-targeted planning of modernization of new class armaments, military and special equipment taking into account the uncertainty of initial data and resource limits. The paper describes the methodology and experimental results for solving the problem of modernization process management. Application of the methodology makes it possible to justify the modernization strategies of platform armaments, military and special equipment, which provides an increase in suitability at the initial resource availability.

Keywords: modernization of armament and military equipment, stochastic optimization, functional suitability factor, platform armament and military equipment.

Елецкий М.И., Захарьев А.А., Сипягин Р.Н. Использование логико-лингвистического моделирования для реализации информационной технологии

комплексной автоматизации мониторинга технической готовности кораблей флота.

В статье предлагается подход к обработке информации по технической готовности кораблей флота, основанный на методах логико-лингвистического моделирования. Метод предусматривает разработку формальной математической модели, адекватно и полно отображающей семантические и прагматические свойства объектов мониторинга технической готовности, а также формализацию правил обработки информации в виде системы продукций. Предложенный авторами подход направлен на совершенствование информационной технологии комплексной автоматизации мониторинга технической готовности кораблей ВМФ. Практическая реализация такой технологии позволит обеспечить создание качественного информационного продукта, удовлетворяющего требованиям офицера-оператора органов военного управления при решении поставленных задач.

Ключевые слова: автоматизация, информация, информационная технология, моделирование, мониторинг технической готовности, логико-лингвистическая модель, обработка информации.

Yeletsky M.I., Zakharyev A.A., Sipyagin R.N. Using logical-linguistic modeling to implement information technology for complex automation of fleet ships technical readiness monitoring.

The article proposes an approach to processing information on the fleet ships technical readiness based on the logical-linguistic modeling methods. The method involves the development of a formal mathematical model that adequately and fully reflects the semantic and pragmatic properties of technical readiness monitoring objects, as well as the formalization of information processing rules in the production system form. Proposed by the authors approach is aimed at improving the information technology for the integrated automation of the Navy ships technical readiness monitoring. The practical implementation of the technology will ensure the creation of a high-quality information product that meets the requirements of the officer-operator of military command bodies during assigned tasks solving.

Keywords: automation, information, information technology, modeling, technical readiness monitoring, logical-linguistic model, information processing.

Ерешко Ф.И., Белотелов Н.В., Бродский Ю.И., Турко Н.И. Имитационные игры как инструмент поддержки принятия решений.

В работе рассматривается подход, сочетающий опыт разработки и проведения имитационных игр и методологию принятия решений, развитую в теории исследования операций. Описываются математические и имитационные средства поддержки одной геополитической игры и сама эта игра, проводившаяся в Вычислительном центре Академии наук. Имитационная модель трех государств служила при этом для игроков средством поддержки принятия решений – реализовывала в виртуальном мире последствия задаваемых игроками управлений. Несколько проведенных в ВЦ АН различных игр в рамках этого проекта показали, что исследования в этом направлении перспективны.

Ключевые слова: математическое моделирование, имитационное моделирование, система поддержки принятия решений, геополитическая игра.

Ereshko F.I., Belotelov N.V., Brodsky Yu.I., Turko N.I. Simulation games as a decision support tool.

The paper considers an approach combining the experience of developing and conducting simulation games and the decision-making methodology developed in the theory of operations research. The mathematical and simulation means of supporting one geopolitical game and this game itself, which was held at the Computing Center of the Academy of Sciences,

are described. At the same time, the simulation model of the three states served as a decision support tool for the players – it implemented the consequences of the controls set by the players in the virtual world. Several different games conducted in the VC of the Academy of Sciences within the framework of this project have shown that research in this direction is promising.

Keywords: mathematical modeling, simulation modeling, decision support system, geopolitical game.

Журавлев А.В., Смелчакова Г.А., Аксенов К.А., Рублева Е.А. Анализ методов и алгоритмов систем поддержки принятия решений при создании испытательных стендов комплексов специальной техники.

В работе проведен анализ методов и алгоритмов систем поддержки принятия решений при создании испытательных стендов комплексов вооружения, военной и специальной техники. Рассмотрены общие подходы построения систем поддержки принятия решений, проведен анализ существующих решений, определены их преимущества и недостатки. Предложен метод оценки эффективности испытательного стенда с использованием комплексного моделирования.

Ключевые слова: комплексное моделирование, системы поддержки принятия решений, испытательный стенд.

Zhuravlev A.V., Smelchakova G.A., Aksyonov K.A., Rubleva E.A. Analysis of methods and algorithms of decision support systems for the creation of test benches for special equipment complexes.

The paper analyzes the methods and algorithms of decision support systems for the creation of test benches for weapons systems, military and special equipment. The general approaches to building decision support systems are considered, the analysis of existing solutions is carried out, their advantages and disadvantages are determined. A method for evaluating the effectiveness of a test bench using complex modeling is proposed.

Keywords: complex modeling, decision support systems, test stand.

Исхаков А.Р., Маликов Р.Ф., Богданов М.Р. Математическое обеспечение системы имитационного моделирования динамики беспилотного летательного аппарата.

В материалах статьи описаны важные теоретические элементы математического обеспечения системы имитационного моделирования динамики БПЛА. Атмосфера, где осуществляется полет, характеризуется давлением, плотностью и температурой. В работе представлена зависимость плотности воздуха от высоты полета БПЛА и скорости звука от температуры воздуха и высоты полета БПЛА. Статья раскрывает прикладные аспекты программного управления БПЛА самолетного типа. С учетом аэродинамических сил, действующих на БПЛА, в статье приведены динамические уравнения его центра масс в нормальном виде. Имитационное моделирование полета БПЛА предполагает определение математической траектории движения. Рассмотрены два способа вычисления длины пройденного пути в виде изопараметрических задач вариационного исчисления с минимизацией функционалов. Кинематические уравнения пространственного движения БПЛА были использованы для получения параметрического представления траектории полета. Сформулированы уравнения движения БПЛА в географических координатах.

Ключевые слова: беспилотный летательный аппарат, имитационное моделирование динамики, математическое обеспечение, аэродинамические силы, динамические уравнения центра масс, длина траектории, кинематические уравнения пространственного движения, параметрическое представление траектории полета.

Iskhakov A.R., Malikov R.F., Bogdanov M.R. Mathematical support of unmanned aircraft dynamics simulation system.

The materials of the article describe important theoretical elements of the mathematical support of the unmanned aerial vehicle (UAV) dynamics simulation system. The atmosphere where the flight takes place is characterized by pressure, density and temperature. The paper presents the dependence of air density on flight altitude of aircraft and sound speed on air temperature and flight altitude of aircraft.

The article discloses the applied aspects of software control of aircraft-type aircraft. Taking into account the aerodynamic forces acting on the UAV, the article gives the dynamic equations of its center of mass in its normal form. Simulation of UAV flight involves determination of mathematical trajectory of motion. Two methods for calculating the length of the traveled path in the form of isoparametric calculus problems with minimization of functionals are considered. The kinematic equations of spatial motion of the UAV were used to obtain a parametric representation of the flight path. Equations of UAV motion in geographical coordinates are formulated.

Keywords: unmanned aerial vehicle, simulation of dynamics, mathematical support, aerodynamic forces, dynamic equations of the center of mass, trajectory length, kinematic equations of spatial motion, parametric representation of the flight path.

Ищук В.И., Маковецкий Ю.И., Ярошук П.Е. Концептуальные вопросы применения объектов стендово-имитационной среды в интересах создания авиационных комплексов морской авиации ВМФ.

В статье рассмотрены задачи, возможности применения и структура объектов стендово-имитационной среды, используемых в интересах создания и развития бортового радиоэлектронного оборудования авиационных комплексов морской авиации ВМФ и тренажа (обучения) штурманско-операторской группы.

Ключевые слова: авиационный комплекс, морская авиация, стендово-имитационная среда, полунатурное моделирование, эффективность, испытания, тренаж.

Ischuk V.I., Makovetsky Y.I., Yaroshuk P.E. Conceptual issues in using objects bench-simulation environment in the interests of creation of aviation complexes for naval aviation of the navy.

The article discusses the tasks, possibilities of application and structure of objects of the bench-simulation environment used in the interests of the creation and development of on-board radio-electronic equipment of aviation complexes of naval aviation of the Navy and training (education) of the navigator-operator group.

Keywords: aviation complex, naval aviation, bench-simulation environment, half-life modeling, efficiency, tests, training.

Колесов Ю.Б. Сениченков Ю.Б. Импортозамещение универсальных сред моделирования сложных динамических систем.

В статье рассмотрены возможности использования отечественной универсальной системы моделирования AnyDynamics в рамках национальной программы импортозамещения.

Ключевые слова: визуальная модель, встраиваемая модель, гибридные системы, имитационное моделирование, физическое моделирование, UML.

Kolesov Yu.B., Senichenkov Yu.B., Import substitution of universal modeling environments for complex dynamic systems.

The possibility of using the domestic universal modeling system AnyDynamics within the framework of the import substitution program is being considered.

Keywords: simulation modeling, hybrid systems, UML, physical modeling, visual model, embedded model.

Крылов А.В., Охтилев М.Ю., Соколов Б.В. Методология и интеллектуальные технологии создания и применения систем поддержки принятия решений при управлении военно-техническими объектами.

В докладе представлена разработанная методология и интеллектуальные технологии создания и применения интегрированных интеллектуальных систем поддержки принятия решений (ИИ СППР) при управлении военно-техническими объектами, базирующиеся на логико-динамической интерпретации задач проактивного управления структурной динамикой АСУ войсками и оружием (ВО), а также соответствующие подходы при их реализации, основанные на полимодельном описании рассматриваемой предметной области и позволяющие получить эталонные решения, с помощью которых можно будет на практике обоснованно подойти как к выбору перспективного облика ИИ СППР в АСУ ВО, так и соответствующих программ их создания, применения и развития. Приводятся сведения о практической реализации отдельных экспериментальных программных модулей, которые планируется включить в состав создаваемого программного комплекса.

Ключевые слова: интегрированных интеллектуальных систем поддержки принятия решений, АСУ войсками и оружием, специальное модельно-алгоритмическое обеспечение.

Krylov A.V., Okhtilev M.Yu., Sokolov B.V. Methodology and intelligent technologies for the creation and application of decision support systems for the control of military technical facilities.

The report presents the developed methodology and intelligent technologies for the creation and application of integrated intelligent decision support systems (AI DSS) in the management of military-technical facilities, based on the logical-dynamic interpretation of the tasks of proactive control of the structural dynamics of the automated control system of troops and weapons (ATS), as well as the corresponding approaches to their implementation, based on a polymodel description of the subject area under consideration and allowing to obtain reference solutions, with the help of which it will be possible in practice to reasonably approach both the choice of the promising appearance of the AI DSS in the automated control system of the ATS, and the corresponding programs for their creation, application and development. Information is provided on the practical implementation of individual experimental software modules, which are planned to be included in the created software complex.

Keywords: integrated intelligent decision support systems, automated control system of troops and weapons, special model-algorithmic support.

Кузнецов А.Л., Гайдукевич Г.В., Федулов А.В. Модель логистической сети снабжения воинских подразделений.

Описывается математическая модель логистической цепи снабжения воинских подразделений, которая является инструментом рационализации необходимого состава транспортных средств (разнородных для разных этапов), учитывающего критерии общей длительности, времени погрузочно-разгрузочных работ (экспозиции под внешними воздействиями), численности персонала. Моделирование позволяет объективно оценить преимущества, предоставляемые концепцией максимального использования унифицированных грузовых единиц (контейнеров, платформ, поддонов и пр.) и современного высокопроизводительного технологического оборудования.

Ключевые слова: логистика, транспортные единицы, сеть снабжения.

Kuznetsov A.L., Gaidukevich G.V., Fedulov A.V. The model of the logistics supply network of military units.

A mathematical model of the logistics supply chain of military units is described, which is a tool for rationalizing the necessary composition of vehicles (heterogeneous for different stages), taking into account the criteria of total duration, loading and unloading time (exposure to external influences), and the number of personnel. Modeling allows us to objectively assess the advantages provided by the concept of maximizing the use of unified cargo units (containers, platforms, pallets, etc.) and modern high-performance technological equipment.

Keywords: logistics, transport units, supply chain.

Логинов И.В., Старцев Д.Ю. Применение методов имитационного моделирования при построении систем инженерно-технического обеспечения защиты объектов.

В работе рассмотрена проблема размещения датчиков мониторинга на местности в условиях наличия значительного количества препятствий и ограничений на пропускную способность каналов передачи данных. Цель исследования – снижение количества технических средств мониторинга для покрытия заданной области наблюдения. Достижение цели обеспечивается за счет применения метода итеративной генерации нового размещения датчиков, минимизирующих величину непокрытых участков зоны наблюдения. Результатом исследования является новый метод расчета оптимального размещения датчиков на местности при ограничении пропускной способности каналов передачи данных, реализующий оптимизацию при наличии двух одновременных критериев – количество технических средств (с учетом ограничений на их характеристики) и пропускная способность каналов связи. Метод позволяет рассчитать места размещения датчиков мониторинга с учетом заданных характеристик беспроводной сети передачи данных. Результаты применения предложенного подхода к типовым задачам покрытия объекта зонами наблюдения показали возможность обеспечения заданных характеристик системы мониторинга минимальным количеством технических средств.

Ключевые слова: беспроводные сенсорные сети, оптимизация размещения, детектор, метод построения сети, стохастическая оптимизация, сплошное покрытие с препятствиями, модель сенсора, численный метод.

Loginov I.V., Startsev D.U. Application of simulation modeling methods in the construction of engineering and technical support systems for the protection of objects.

The paper considers the problem of placing monitoring sensors on the ground in the presence of a significant number of obstacles and restrictions on the bandwidth of data transmission channels. The purpose of the study is to reduce the number of technical monitoring tools to cover a given observation area. The goal is achieved by applying the method of iterative generation of a new placement of sensors that minimize the amount of uncovered areas of the observation zone. The result of the study is a new method for calculating the optimal placement of sensors on the ground with limited bandwidth of data transmission channels, which implements optimization in the presence of two simultaneous criteria – the number of technical means (taking into account restrictions on their characteristics) and the bandwidth of communication channels. The method allows you to calculate the locations of monitoring sensors taking into account the specified characteristics of the wireless data transmission network. The results of applying the proposed approach to typical tasks of covering an object with observation zones showed the possibility of providing the specified characteristics of the monitoring system with a minimum amount of technical means.

Keywords: wireless sensor networks, placement optimization, detector, network construction method, stochastic optimization, continuous coverage with obstacles, sensor model, numerical method.

Мартынова Л.А., Колесов И.С. Имитационная модель оценки эффективности поиска антропогенных объектов на морском дне автономным необитаемым подводным аппаратом.

Для определения наиболее энергоэкономичной траектории движения автономного необитаемого подводного аппарата при поиске антропогенных объектов на морском дне разработана имитационная модель ведения поиска и принятия решения аппаратом относительно обнаружения целеподобного объекта. Результаты имитационного моделирования позволили определить влияние параметров средств обнаружения и внешней среды на затраты энергоресурса аппарата и определить наиболее энергоэкономичный алгоритм ведения поиска антропогенных объектов на морском дне.

Ключевые слова: автономный необитаемый подводный аппарат, поиск антропогенных объектов, вероятность обнаружения, классификационный признак.

Martynova L.A., Kolesov I.S. Simulation model for assessing the efficiency of searching for anthropogenic objects on the seabed by an autonomous underwater vehicle.

In order to determine the most energy-efficient trajectory of the autonomous unmanned underwater vehicle when searching for man-made objects on the seabed, a simulation model of the search and decision-making by the vehicle regarding the detection of a target-like object has been developed. The results of the simulation modeling made it possible to determine the influence of the parameters of the detection means and the external environment on the energy costs of the vehicle and to determine the most energy-efficient algorithm for searching for man-made objects on the seabed.

Keywords: autonomous underwater vehicle, search for man-made objects, detection probability, classification feature.

Мартынова Л.А., Павлов А.А. Имитационная модель оценки эффективности встречи АНПА с высокоскоростным подводным объектом.

Решается задача о встрече движения двух высокоскоростных морских подводных объектов, при котором второй объект определяет положение первого объекта по результатам обнаружения. Для определения требований к системам второго объекта, обеспечивающим эффективное сближение с первым, специально разработана имитационная модель поведения сближающихся объектов и функционирования их систем, позволившая по методу статистических испытаний определить требования к системам второго объекта по допустимым погрешностям определения параметров движения первого объекта.

Ключевые слова: автономный необитаемый подводный аппарат, высокоскоростной подводный необитаемый объект, погрешности определения параметров движения, задача о встрече движений, оценка эффективности.

Martynova L.A., Pavlov A.A. Simulation model for assessing the effectiveness of an AUV encounter with a high-speed underwater object.

The problem of the encounter of two high-speed marine underwater objects is solved, in which the second object determines the position of the first object based on the results of detection. To determine the requirements for the systems of the second object, ensuring effective approach to the first, a simulation model of the behavior of approaching objects and the functioning of their systems was specially developed, which made it possible to determine

the requirements for the systems of the second object by the permissible errors in determining the motion parameters of the first object using the statistical testing method.

Keywords: autonomous underwater vehicle, high-speed underwater unmanned object, errors in determining motion parameters, problem of meeting motions, efficiency assessment.

Мартынова Л.А., Розенгауз М.Б. Оценка риска возникновения аварии АНПА путем имитационного моделирования.

Для оценки риска возникновения аварии на автономном необитаемом подводном аппарате разработана имитационная модель поведения аппарата при полном исчерпании энергоресурса в различных условиях внешней среды, оперативности реагирования поисково-спасательных служб и успешности ведения поисковых действий, включая транспортировку аппарата к ближайшему месту базирования. Результаты имитационного моделирования продемонстрированы при рассмотрении трех вариантов, отличающихся условиями внешней среды и оперативности прибытия поисково-спасательной службы.

Ключевые слова: автономный необитаемый подводный аппарат, риск возникновения аварии, имитационное моделирование.

Martynova L.A., Rozengauz M.B. Risk assessment of AUV accident by means of simulation modeling.

To assess the risk of an accident on an autonomous unmanned underwater vehicle, a simulation model of the vehicle's behavior in the event of complete exhaustion of its energy resource under various environmental conditions, the speed of response of search and rescue services, and the success of search operations, including transporting the vehicle to the nearest base location, has been developed. The results of the simulation modeling are demonstrated when considering three options that differ in environmental conditions and the speed of arrival of the search and rescue service.

Keywords: autonomous unmanned underwater vehicle, risk of an accident, simulation modeling.

Медведев С.Н., Аксенов К.А. Метод планирования распределения ресурсов при выполнении заказов для повышения эффективности загрузки мощностей промышленного предприятия.

В статье рассматриваются методы планирования производства на промышленном предприятии, определяются их плюсы и минусы, рассматривается их применение при распределении существующих ресурсов предприятия. Рассмотрена разработанная автоматизированная система, принимающая информацию от системы имитационного моделирования по плану изготовления продукции. Модель процессов промышленного предприятия, разработанная в системе агентно-имитационного моделирования BPsim.MAS, определяет план распределения заказов между однотипными подразделениями на основе нового метода распределения, построенного на основе метода Канбан и мультиагентного процесса преобразования ресурсов.

Ключевые слова: информационные технологии, производственное планирование.

Medvedev S.N., Aksyonov K.A. The method of planning the allocation of resources when fulfilling orders to increase the efficiency of capacity utilization of an industrial enterprise.

The article examines the methods of production planning at an industrial enterprise, determines their pros and cons, and considers their application in the allocation of existing enterprise resources. The developed automated system receiving information from the simulation system according to the production plan is considered. The model of an industrial enterprise in the simulation modeling system simulates the operation of an enterprise and

defines a plan for the distribution of orders between similar divisions based on a new distribution method.

Keywords: information technology, production planning.

Мендуров С.А., Акодит Е.В. Метод поиска маршрутов перемещения транспортной платформы с использованием клеточного автомата и муравьиного алгоритма.

Реализация метода поиска маршрута с использованием клеточных автоматов и муравьиного алгоритма позволило избежать заклинивания его работы, ускорить поиск пути в сложных динамически изменяющихся условиях. Такой подход потребовал разработки интеллектуальных поведенческих моделей агентов и принципов их взаимодействия. Это позволило усовершенствовать метод поиска маршрутов и повысить оперативность его нахождения.

Ключевые слова: поиск маршрута, клеточный автомат, модели клеточных автоматов, муравьиный алгоритм.

Mendurov S.A., Akodit E.V. Route search method movement of the transport platform using a cellular automaton and the ant algorithm.

The implementation of the route search method using cellular automata and the ant algorithm made it possible to avoid looping its work, to speed up the search for a path in difficult dynamically changing conditions. This approach required the development of intelligent behavioral models of agents and the principles of their interaction. This made it possible to improve the route search method and increase the efficiency of its finding

Keywords: route search, cellular automaton, models of cellular automata, ant algorithm.

Михайлов Е.А., Лапшин С.С., Чакрян Г.С. Оценка вероятности поражения летательных аппаратов с использованием осколочно-фугасных снарядов.

В статье исследуется вероятность поражения летательных аппаратов (беспилотных летательных аппаратов) осколочно-фугасными снарядами. Разработан программный комплекс, за основу которого взята существующая методика оценки вероятности поражения, введены дополнительные уточнения. Произведена верификация, выполнено исследование для различных калибров снарядов с учетом положений математической статистики. Подтверждена возможность использования разработки в научно-исследовательских целях.

Ключевые слова: Вероятность, поражение, беспилотный летательный аппарат, осколочно-фугасный снаряд, моделирование.

Mikhailov E.A., Lapshin S.S., Chakryan G.S. Assessment of the probability of damage to aircraft using high-explosive fragmentation shells.

The article examines the probability of damage to aircraft (unmanned aerial vehicles) by high-explosive fragmentation shells. A software package has been developed, based on the existing methodology for assessing the probability of injury, and additional clarifications have been introduced. Verification was performed, and a study was performed for various projectile calibers, taking into account the provisions of mathematical statistics. The possibility of using the development for research purposes has been confirmed.

Keywords: probability, defeat, unmanned aerial vehicle, high-explosive fragmentation projectile, simulation.

Облов П.С., Миронов В.А., Неровный В.В. Определение степени подверженности малоканальной навигационной аппаратуры потребителей глобальных навигационных спутниковых систем воздействию имитирующих помех на основе имитационного моделирования.

Статья посвящена определению показателей помехоустойчивости приемников навигационных сигналов, функционирующих в условиях спуфинг-атак. С помощью программной среды Matlab/Simulink проведено моделирование для определения характеристик функционирования системы поиска и обнаружения навигационных сигналов, проведено моделирование с целью определения уязвимости навигационных приемников к спуфинг-атакам, произведены расчеты на основе математического аппарата полумарковских процессов, позволяющие определить степень подверженности навигационных приемников воздействию имитирующих помех. Представленный материал представляет практическую ценность при разработке перспективных мер защиты от воздействия имитирующих помех.

Ключевые слова: спутниковая навигация, навигационная аппаратура глобальных навигационных спутниковых сигналов, защита от спуфинг-атак, моделирование функционирования приемников навигационных сигналов

Oblov P.S., Mironov V.A., Nerovny V.V. Determination of the degree of exposure of low-channel navigation equipment of consumers of global navigation satellite systems to simulated interference based on simulation modeling.

The article is devoted to the determination of noise immunity indicators for navigation signal receivers operating under conditions of spoofing attacks. Using the Matlab/Simulink software environment, modeling was carried out to determine the characteristics of the functioning of the navigation signal search and detection system, modeling was carried out to determine the vulnerability of navigation receivers to spoofing attacks, calculations were made based on the mathematical apparatus of semi-Markov processes, allowing to determine the degree of exposure of navigation receivers to simulated interference. The presented material is of practical value in the development of promising protection measures against the effects of simulated interference.

Keywords: satellite navigation, navigation equipment for global navigation satellite signals, protection against spoofing attacks, simulation of the functioning of navigation signal receivers

Облов П.С. Имитационное моделирование при разработке перспективных мер защиты малоканальной мультисистемной навигационной аппаратуры потребителей глобальных навигационных спутниковых систем от воздействия спуфинг-атак.

Статья посвящена разработке перспективных мер защиты приемников навигационных сигналов от воздействия имитирующих помех. Проводимое в рамках данной работы имитационное моделирование в программной среде Matlab/Simulink направлено на определение характеристик уязвимости аппаратуры потребителей при воздействии сигналоподобных помех. Разработанные программы для ЭВМ моделируют функционирование глобальных навигационных спутниковых систем и характеристики взаимодействия с потребителем. Результаты моделирования предполагается использовать при ведении дальнейших работ по разработке мер защиты.

Ключевые слова: спутниковая навигация, навигационная аппаратура потребителей глобальных навигационных спутниковых сигналов, сигналоподобные помехи, имитационное моделирование.

Oblov P.S. Simulation modeling in the development of promising measures to protect small-channel multi-system navigation equipment of consumers of global navigation satellite systems from the effects of spoofing attacks.

The article is devoted to the development of promising measures to protect navigation signal receivers from the effects of simulated interference. The simulation carried out in the framework of this work in the Matlab/Simulink software environment is aimed at determining the characteristics of the vulnerability of consumer equipment when exposed to signal-like interference. The developed computer programs simulate the functioning of global navigation

satellite systems and the characteristics of interaction with the consumer. The simulation results are supposed to be used in the conduct of further work on the development of protective measures.

Keywords: satellite navigation, navigation equipment for consumers of global navigation satellite signals, signal-like interference, simulation modeling.

Одоевский С.М., Симонова К.О., Зизевский В.А. Оценка степени влияния точности мониторинга сетевого трафика на качество его обслуживания в сетях связи военного назначения методами имитационного моделирования.

Для обеспечения заданного качества обслуживания мультимедийного трафика в мультисервисных сетях связи военного назначения применяются различные сетевые механизмы, работа которых зависит от точности мониторинга сетевого трафика. Насколько сильно сказывается эта зависимость на качестве обслуживания самоподобного трафика, для определения которой отсутствуют аналитические модели, предлагается оценить с помощью имитационного моделирования, результаты которого аппроксимируются аналитическими выражениями для обобщения и использования в задачах оптимизации сетевых механизмов распределения трафика по нескольким маршрутам совместно с механизмами предотвращения перегрузок.

Ключевые слова: мультимедийный трафик, мониторинг, имитационное моделирование, аппроксимация, распределение трафика по нескольким маршрутам.

Odoevsky S.M., Simonova K.O., Zizevsky V.A. Assessment of the degree of influence of the accuracy of network traffic monitoring on the quality of its service in military communication networks using simulation methods.

To ensure the specified quality of service for multimedia traffic in multiservice military communication networks, various network mechanisms are used, the operation of which depends on the accuracy of network traffic monitoring. To what extent this dependence affects the quality of service for self-similar traffic, for the determination of which there are no analytical models, is proposed to be estimated using simulation, the results of which are approximated by analytical expressions for generalization and use in optimization problems of network mechanisms for distributing traffic along several routes together with mechanisms for preventing overloads.

Keywords: multimedia traffic, monitoring, simulation, approximation, traffic distribution over several routes.

Пантелеев М.Г., Филиппов Д.А. Система поддержки принятия оперативных решений по планированию подвоза материальных средств войскам в операции на основе новых технологий управления знаниями.

Рассмотрен подход к построению системы поддержки принятия решений (СППР) по оперативному планированию подвоза материальных средств (МС) войскам в операции. Ключевая особенность подхода – явное представление формализованных концептуальных знаний о проблемной области в онтологической базе знаний. Это обеспечивает открытость СППР и возможность ее быстрой адаптации для учета новых факторов в условиях высокой динамики развития средств и методов вооруженного противоборства, а также объяснимость получаемых решений. Задача планирования включает две подзадачи: выбор места размещения объектов хранения и определение необходимых сил и средств для своевременного подвоза потребителям МС требуемый номенклатуры и объема. Рассмотрены общий сценарий работы СППР, модели и методы решения частных задач. Представлены примеры пользовательского интерфейса ввода и отображения данных на основе ГИС, реализованные в макете СППР.

Ключевые слова: планирование МТО, подвоз материальных средств, система поддержки принятия решений, онтологическая база знаний, гибридная архитектура логический вывод, аналитические модели, геоинформационная система.

Pantelev M.G., Filippov D.A. Operational decision support system for planning the supply of materiel to troops in operations based on new knowledge management technologies.

An approach to building a decision support system (DSS) for the operational planning of the supply of materiel (MS) to troops in an operation is considered. The key feature of the approach is the explicit representation of formalized conceptual knowledge about the problem area in the ontological knowledge base. This ensures the openness of the DSS and the possibility of its rapid adaptation to take into account new factors in the conditions of high dynamics of the development of means and methods of armed confrontation, as well as the explicability of the solutions obtained. The planning task includes two subtasks: choosing the location of storage facilities and determining the necessary forces and means for timely delivery of MS to consumers of the required range and volume. The general scenario of the DSS operation, models and methods for solving particular problems are considered. Examples of the user interface for entering and displaying data based on GIS, implemented in the DSS layout, are presented.

Keywords: MTO planning, material transportation, decision support system, ontological knowledge base, hybrid architecture logical inference, analytical models, geoinformation system.

Парашук И.Б., Саяркин Л.А. Имитационное моделирование процесса реализации поисковых запросов пользователей дата-центров военного назначения на основе дискретно-событийного подхода и метода выбора нечетких альтернатив.

Современные приемы имитационного моделирования, в основе которых лежит дискретно-событийный подход, хорошо себя зарекомендовали и позволяют получать достоверные исходные данные для описания сложных процессов, таких как процесс реализации поисковых запросов пользователей дата-центров военного назначения. Основные трудности здесь возникают при моделировании операций, протекающих в нечеткой многоальтернативной среде. Предложен подход, ориентированный на построение имитационной модели процесса реализации поисковых запросов на основе дискретно-событийного подхода и в сочетании с методами выбора альтернатив на базе математики нечетких отношений предпочтения.

Ключевые слова: имитационное моделирование, дискретно-событийный подход, выбор альтернатив, нечеткие отношения предпочтения, дата-центр, реализация поисковых запросов, информационный поиск.

Parashchuk I.B., Sayarkin L.A. Simulation modeling of the process of implementing user search quests in military data centers based on the discrete event approach and the method of selecting fuzzy alternatives.

Modern methods of simulation modeling, which are based on a discrete-event approach, have proven themselves well and make it possible to obtain reliable initial data for describing complex processes, such as the process of implementing search queries of users of military data centers. The main difficulties here arise when modeling operations taking place in a fuzzy multi-alternative environment. An approach is proposed that is focused on building a simulation model of the process of implementing search queries, not only on the basis of a discrete-event approach, but also in combination with methods for selecting alternatives based on the mathematics of fuzzy preference relations.

Keywords: simulation modeling, discrete-event approach, choice of alternatives, fuzzy preference relations, data center, implementation of search queries, information retrieval.

Пискун В.Ю., Зикратьев В.В. Актуальность использования настольных игр типа «варгейм» в обучении курсантов военных учебных заведений как средства имитационного моделирования процессов поля боя.

Особенности развития общества и научно-технический прогресс требуют разработки и практической адаптации профессиональных образовательных технологий, направленных на развитие личности офицера и формирование таких качеств, как самостоятельность при принятии решений и ответственность за их реализацию, творческая и коммуникативная активность, которые на данный момент являются определяющими качествами для офицера-руководителя. Для современного поколения обучающихся актуальными стали такие интерактивные методы, как игры, причем не только компьютерные, но и настольные. В рамках данной работы представлены предложения по использованию электронных документов в качестве игрового поля, игровые правила, в которых за основу были взяты игровые правила различных существующих «варгеймов», наборы игровых фишек сторон, игровых карт и иные материалы.

Ключевые слова: варгейм, интерактивные методы, настольная игра, средства имитационного моделирования.

Piskun V.Yu., Zikratyev V.V. Relevance of the use of war game-type board games in the training of cadets of military educational institutions as a means of simulation of battlefield processes.

The peculiarities of the development of society and scientific and technological progress require the development and practical adaptation of professional educational technologies aimed at developing the personality of an officer and the formation of such qualities as independence in decision-making and responsibility for their implementation, creative and communicative activity, which at the moment are the defining qualities for an officer-leader. For the modern generation of students, interactive methods such as games, not only computer, but also desktop, have become relevant. Within the framework of this work, proposals are presented on the use of electronic documents as a playing field, game rules, which were based on the game rules of various existing "wargames", sets of game chips of the parties, game cards and other materials.

Keywords: wargame, interactive methods, board game, simulation tools.

Пуха Г.П. Вариант построения программного средства для оценки вероятностно-временных характеристик сетевых графиков.

В статье на примере плана развертывания полевого узла связи обсуждается вариант построения программного средства для оценки вероятностно-временных характеристик сетевых графиков аналогичных процессов с использованием алгоритма автоматизированного формирования их имитационных моделей.

Ключевые слова: управление проектами, сетевой график, вероятностно-временные характеристики, имитационная модель, формирование текста, алгоритм процедуры, программное средство.

Pukha G.P. Option for building a software tool for assessing probabilistic-time characteristics of network graphics.

Using the example of a deployment plan for a field communication center, the article discusses the option of constructing a software tool for assessing the probabilistic-time characteristics of network graphs of similar processes using an algorithm for the automated generation of their simulation models.

Keywords: project management, network diagram, probabilistic-time characteristics, simulation model, text generation, procedure algorithm, software tool.

Радько В.С., Межуев А.М., Неровный В.В., Миронов В.А. Имитационное моделирование формирования меандровых навигационных сигналов с уменьшенным уровнем внеполосных излучений.

Статья посвящена разработке имитационной модели формирования навигационного сигнала с уменьшенным уровнем внеполосного излучения в программной среде Matlab/Simulink для изучения сигналов, обеспечивающих электромагнитную совместимость с другими радиоэлектронными средствами, работающими в общей полосе частот. Получена модель устройства для формирования навигационного сигнала при использовании фильтра с импульсной характеристикой «приподнятый косинус». Результаты моделирования подтвердили соответствие сформированного сигнала заданным требованиям по электромагнитной совместимости.

Ключевые слова: локальная навигационная система, электромагнитная совместимость, фильтр с характеристикой «приподнятый косинус», меандровый сигнал, ограничительная линия спектра

Radko V.S., Mezhuev A.M., Nerovny V.V., Mironov V.A. Simulation of the formation of meander navigation signals with a reduced level of out-of-band radiation.

The article is devoted to the development of a simulation model for the formation of a navigation signal with a reduced level of out-of-band radiation in the Matlab/Simulink software environment to study signals that ensure electromagnetic compatibility with other electronic devices operating in the common frequency band. A model of a device for generating a navigation signal using a filter with an impulse response of "raised cosine" is obtained. The simulation results confirmed the compliance of the generated signal with the specified requirements for electromagnetic compatibility.

Keywords: local navigation system, electromagnetic compatibility, filter with the characteristic "raised cosine", meander signal, limiting line of the spectrum.

Радько В.С. Моделирование приемопередающего устройства с автоматической регулировкой параметров спектра.

Статья посвящена разработке имитационной модели автоматического выбора коэффициента скругления при формировании сигналов локальной навигационной системы в программной среде Matlab/Simulink, обеспечивающие электромагнитную совместимости с другими радиоэлектронными средствами, работающими в общей полосе частот. Получена модель устройства приемопередающего устройства с автоматической регулировкой параметров спектра, а также выполнено экспериментальное исследование по формированию сигналов с оптимальным коэффициентом скругления.

Ключевые слова: локальная навигационная система, электромагнитная совместимость, фильтр с характеристикой «приподнятый косинус», меандровый сигнал, аппаратура потребителей.

Radko V.S. Simulation of a transceiver device with automatic adjustment of spectrum parameters.

The article is devoted to the development of a simulation model for the formation of a navigation signal with a reduced level of out-of-band radiation in the Matlab/Simulink software environment to study signals that ensure electromagnetic compatibility with other electronic devices operating in the common frequency band. A model of a device for generating a navigation signal using a filter with an impulse response of "raised cosine" is obtained. The simulation results confirmed the compliance of the generated signal with the specified requirements for electromagnetic compatibility.

Keywords: local navigation system, electromagnetic compatibility, filter with the characteristic "raised cosine", meander signal, consumer equipment.

Скубак А.С., Филяев М.П. Актуальные вопросы имитационного моделирования беспроводных сенсорных сетей специального назначения.

В статье рассмотрены особенности применения беспроводных сенсорных сетей (БСС) в военной сфере и определены основные требования к ним с учетом необходимости обеспечения их длительного автономного функционирования. Представлен подход к выбору головного узла БСС на основе исследования аналитической модели функционирования сети, позволяющий в определенной степени повысить длительность её жизненного цикла. Вместе с тем отмечена невысокая точность и достоверность получаемого результата решения рассматриваемой задачи, так как при этом возможно получить лишь весьма грубую оценку ввиду ввода жестких ограничений, как по числу учитываемых параметров, так и по интервалам и динамике их изменения. В связи с этим обоснована актуальность проведения имитационных исследований проектируемых БСС, так как имитационное моделирование в полной мере позволяет учитывать не только значительное число внутренних факторов (техническое оснащение и устройство сенсоров), но и внешних (особенности территорий, расположения).

Ключевые слова: автономное функционирование, аналитическое моделирование, беспроводные сенсорные сети, головной узел сети, длительность жизненного цикла, имитационное моделирование, кластерная архитектура.

Skubak A.S., Filyaev M.P. Topical issues of simulation of wireless sensor networks for special purposes.

The article discusses the features of the use of wireless sensor networks (BSS) in the military sphere and defines the basic requirements for them, taking into account the need to ensure their long-term autonomous operation. An approach to the selection of the head node of the BSS is presented based on the study of the analytical model of the network functioning, which allows to increase the duration of its life cycle to a certain extent. At the same time, the low accuracy and reliability of the obtained result of solving the problem under consideration is noted, since it is possible to obtain a very rough estimate due to the introduction of strict restrictions, both on the number of parameters taken into account, and on the intervals and dynamics of their change. In this regard, the relevance of conducting simulation studies of the designed BSS is justified, since simulation modeling fully allows taking into account not only a significant number of internal factors (technical equipment and device of sensors), but also external ones (features of territories, location).

Keywords: autonomous operation, analytical modeling, wireless sensor networks, network head node, life cycle duration, simulation modeling, cluster architecture.

Сурин Р.О. Имитационная модель системы ремонта и восстановления вооружения и военной техники общевойсковых подразделений на основе ведения боевых действий.

В статье рассмотрена имитационная модель системы ремонта и восстановления поврежденного вооружения и военной техники, общевойсковых соединений в условиях ведения боевых действий. Сущность имитационной модели системы ремонта и восстановления ВВТ заключается во взаимной увязке временных, пространственных и технологических характеристик процесса ремонта и восстановления поврежденного ВВТ силами ремонтно-восстановительных органов.

Ключевые слова: вооружение и военная техника, имитационная модель, восстановление, ремонтно-восстановительный орган.

Surin R.O. Simulation model of the system of repair and restoration of weapons and military equipment of combined arms units based on combat operations.

The article considers a simulation model of a system for repairing and restoring damaged weapons and military equipment, combined arms formations in combat conditions. The essence of the simulation model of the IWT repair and restoration system is the mutual linking of the temporal, spatial and technological characteristics of the repair and restoration process of damaged IWT by the repair and restoration authorities.

Keywords: armament and military equipment, simulation model, restoration, repair and restoration body.