

**АННОТАЦИИ СТАТЕЙ / ABSTRACTS**

**Алексеев Д.С., Железняк А.Ф. Имитационная модель информационного обмена при ведении радиационной, химической и биологической разведки.**

Приведена имитационная модель, учитывающая специфику информационного обмена в существующей системе выявления РХБ обстановки. Проведён анализ результатов моделирования и разработаны предложения по улучшению характеристик информационного обмена, оценены выигрыши и преимущества информационного обмена в системе выявления РХБ обстановки при работе по каналам обмена данными.

Ключевые слова: имитационная модель информационного обмена, каналы обмена данными, разведывательная химическая машина, система выявления радиационной, химической и биологической обстановки, специальные машины расчётно-аналитических подразделений.

**Alekseev D.S., Zheleznyak A.F. The simulation model of information exchange during NBC reconnaissance.**

The article is devoted to a simulation model of information exchange in existing checking system of an NBC situation. According to the passes of this simulation model, analysis of information exchange for this system was done and some proposals to improve its characteristics were developed, the advantages of the information exchange in the checking system of an NBC situation using data communication channels were assessed.

Key words: data communication channels, simulation model of information exchange in existing checking system of an NBC situation.

**Анисимов А.Н., Подрезов С.Н., Синяткин Д.А. Применение имитационного моделирования для оценки устойчивости систем связи, реализующих технологию адаптивной обработки сигналов в условиях деструктивного воздействия внешних факторов.**

В статье рассматривается практическая реализация имитационной модели системы связи с адаптивной обработкой сигнала, интерпретированной в виде системы массового обслуживания с отказами, а также возможностью визуализации полученных результатов для различных типов систем связи в среде имитационного моделирования AnyLogic.

Ключевые слова: адаптивная обработка, деструктивное воздействие, имитационная модель, система связи.

**Anisimov A.I., Podrezov S.N., Sinyatkin D.A. Employment of simulation modeling for assessment of communication system stability to implement adaptive signal processing technique under the conditions of destructive external factor exposure.**

The paper considers practical implementation of simulation model for adaptive signal processing communication system interpreted in the form of congestion queuing system as well as visualization capability of the results obtained for various communication system types in the AnyLogic simulation modeling environment.

Key words: adaptive processing, communication system, destructive exposure, simulation model.

**Ануфренко А.В., Русин И.С., Якушенко С.А. Имитационная модель функционирования многофункциональной низкоорбитальной системы спутниковой связи.**

В работе проведено исследование влияния структурных, функциональных и нагрузочных параметров элементов (искусственных спутников Земли, наземных

станций, линий связи) на характеристики агрегированного сетевого трафика многофункциональной низкоорбитальной системы спутниковой связи. Разработанная модель позволяет получить расчетные данные, которые способствуют повышению адекватности принятия решений в процессе планирования и проектирования элементов многофункциональной низкоорбитальной системы спутниковой связи.

Ключевые слова: имитационная модель, качество обслуживания, компьютерная атака, коэффициент Херста, многофункциональная низкоорбитальная система спутниковой связи, GPSS Studio.

**Anufrenko A.V., Rusin I.S., Yakushenko S.A. Simulation model of a multifunctional low-orbit satellite communication system.**

The paper studies the influence of structural, functional and load parameters of elements (artificial Earth satellites, ground stations, communication lines) on the characteristics of aggregated network traffic of a multifunctional low-orbit satellite communication system. The developed model makes it possible to obtain calculated data that contribute to improving the adequacy of decision-making in the process of planning and designing elements of a multifunctional low-orbit satellite communication system.

Key words: computer attack, Hurst coefficient, multifunctional low-orbit satellite communication system, quality of service, simulation model, GPSS Studio.

**Ахметьянов Р.В., Воробьев А.А., Мاستин А.Б. Имитационное моделирование экстренной доставки материальных средств на основе метода штрафных функций.**

Растущую актуальность на практике приобретают задачи поиска рациональных вариантов восполнения динамично убывающих разнородных ресурсов. Известные подходы к решению таких задач, как правило, рассматривают расход и восполнение ресурсов в качестве независимых процессов и имеют ограниченное практическое применение. В статье предлагается решение подобных задач на основе комплексного исследования процессов расхода/пополнения ресурсов с применением метода штрафных функций.

Ключевые слова: имитационная модель, материальное средство, метод штрафных функций, экстренная доставка.

**Akhmetyanov R.V., Vorobiev A.A., Mastin A.B. Simulation of emergency material delivery based on the penalty function method.**

The growing relevance in practice is acquiring the problem of finding rational options for replenishing dynamically diminishing heterogeneous resources. The known approaches to solving such problems, as a rule, consider the consumption and replenishment of resources as independent processes and have limited practical application. The article proposes a solution to such problems on the basis of a comprehensive study of the processes of resource consumption / replenishment using the method of penalty functions.

Key words: emergency delivery, material instrument, penalty function method, simulation model.

**Бабич М.Ю., Кузнецов В.Е. Имитационное макетирование – новый подход к моделированию работы систем управления.**

Анализируются свойства сложных нелинейных организационно-технических систем, к которым можно отнести системы военного назначения. Исследуется возможность использования в их управлении методов ситуационного управления и ситуационного анализа (при наличии НЕ-факторов). Рассматривается взаимодействие программного обеспечения пункта управления и имитационной модели. Приводятся

примеры использования метода имитационного макетирования в процессе разработки систем военного назначения.

Ключевые слова: имитационное моделирование, лицо принимающее решение, макеты программ, многоагентные системы, организационно-технические системы, система поддержки принятия решений.

**Babich M.Yu., Kuznetsov V.E. Simulation layout – a new approach to simulating the operation of control systems.**

The properties of complex nonlinear organizational and technical systems, which include military-purpose systems, are analyzed. The possibility of using situational management methods and situational analysis (in the presence of non-factors) is investigated. The interaction of the control room software and the simulation model is considered. Examples of using the simulation modeling method in the development of military systems are given.

Key words: decision maker, decision support system, multi-agent systems, organizational and technical systems, program layouts, simulation.

**Блохнин И.Д., Щербаков Н.П., Барашков А.Ю., Сусоева И.В. Применение имитационного моделирования в процессе обучения курсантов при расследовании несчастных случаев.**

Аннотация: в работе рассмотрена последовательность проведения практического занятия по имитационному моделированию расследования несчастных случаев. Статья содержит материалы, позволяющие участнику деловой игры получить практический опыт по процедуре расследования и построению причинно-следственной модели негативных событий, приведших к несчастному случаю. Представлены результаты исследований применения метода парной корреляции.

Ключевые слова: имитационное моделирование, коэффициент корреляции, расследование несчастных случаев.

**Blohnin I.D., Shcherbakov N.P., Barashkov A.Y., Susoeva I.V. Application of simulation in the process of training cadet in the investigation of accidents.**

The work considers the sequence of a practical lesson on simulation modeling of accident investigation. The article contains materials that allow a participant in a business game to gain practical experience in the investigation procedure and building a causal model of negative events that led to an accident. The results of studies on the application of the pair correlation method are presented.

Key words: accident investigation, correlation coefficient, simulation modeling.

**Богомолов А.П., Молев А.А., Подрезов С.Н. Применение рецепторного подхода в имитационной модели построения зон подавления радиосвязи с применением основных методов имитационного моделирования.**

В статье рассматривается построение зон подавления радиосвязи в ультракоротковолновом диапазоне волн на основе рецепторного подхода. Представлена его практическая реализация в модели расчета границ зон подавления радиосвязи с использованием средств визуализации среды имитационного моделирования AnyLogic и основных методов имитационного моделирования (агентного, дискретно-событийного моделирования и системной динамики).

Ключевые слова: агентное и дискретно-событийное моделирование, зона подавления, имитационная модель, популяция агентов, рецептор.

**Bogomolov A.P., Molev A.A., Podrezov S.N. Application of the receptor approach in the simulation model for constructing radio suppression zones using basic simulation methods.**

The paper discusses an approach to constructing radio suppression zones in the VHF wave range based on the receptor approach and its practical implementation of a model for calculating the boundaries of radio suppression zones using visualization tools of the AnyLogic simulation environment and basic simulation methods (agent-based, discrete-event modeling and system dynamics).

Key words: agent-based and discrete event simulation, population of agents, receptor, simulation model, suppression zone.

**Богомолов А.П., Подрезов С.Н. Имитационная модель высадки морского десанта противника.**

В статье рассматривается практическая реализация имитационной модели процесса доставки сил морского десанта и его высадки на побережье противника известными способами десантирования. Приведены основные процессные диаграммы для различных средств доставки десанта с использованием библиотеки событийного моделирования и средств визуализации AnyLogic, полученные результирующие зависимости и сформулированы выводы о предпочтительном способе высадки десанта противника против Российской Федерации.

Ключевые слова: агентное и дискретно-событийное моделирование, варианты высадки морского десанта, имитационная модель, процессные диаграммы перегрузки и доставки морского десанта.

**Bogomolov A.P., Podrezov S.N. Simulation model of the enemy amphibious landing.**

The paper discusses practical implementation of a simulation model of the process of delivering amphibious forces and landing them on the enemy's coast by known methods of landing. The main process diagrams for various amphibious delivery vehicles using the event modeling library and visualization tools of the AnyLogic simulation environment are presented, the resulting dependencies are obtained, and conclusions are made about the preferred method of landing enemy troops against the Russian Federation.

Key words: agent-based and discrete event modeling, process diagrams of transshipment and delivery of amphibious troops, simulation model, variants of amphibious landings.

**Богомолов А.П., Синяткин Д.А., Гулиев М.Д. Применение средств среды имитационного моделирования AnyLogic для расчета и формирования зон покрытия земной поверхности разведывательным космическим аппаратом.**

В статье рассматривается практическая реализация математической (логико-алгебраической) модели расчета зон покрытия земной поверхности апертурой антенной системы искусственного спутника Земли (ИСЗ) военного назначения, с учетом ориентации и направленных свойств антенных систем, параметров орбит ИСЗ, а также возможностью визуализации полученных результатов для различных типов карт местности и систем координат с использованием средств визуализации AnyLogic.

Ключевые слова: зона покрытия, космический аппарат, математическая модель, разведывательные системы.

**Bogomolov A.P., Sinyatkin D.A. Guliev M.J. Employment of AnyLogic simulation modeling environment aids for calculation and generation of ground coverage areas by reconnaissance space vehicle.**

The paper discusses practical implementation of mathematical (logical-algebraic) model for calculation of ground areas to be covered by antenna system aperture of military man-made earth satellite vehicle with consideration for antenna system orientation and directional features, orbit parameters of man-made earth satellite vehicle as well as

visualization capability of the results obtained for various terrain map and coordinate system types using visualization tools of AnyLogic simulation modeling environment.

Key words: coverage area, mathematical model, reconnaissance systems, space vehicle.

**Бычков А.В., Батов В.Ю., Филяев М.П. Имитационное моделирование процессов материально-технического обеспечения войск (сил): теория и практика.**

В статье отражены результаты и перспективы исследований по вопросам применения методов имитационного моделирования в системе материально-технического обеспечения войск (сил). Их актуальность обусловлена необходимостью совершенствования управления силами и средствами МТО при ведении операций войсками в современных условиях, характеризующихся высокой динамикой изменения оперативной обстановки и значительным сокращением времени принятия решений для достижения успеха в военном противоборстве. Рассматривается ряд проблемных вопросов теории и практики имитационного моделирования процессов материально-технического обеспечения войск и предлагаются пути их решения.

Ключевые слова: имитационная модель, инструментальное средство, логико-математическое описание, логистический процесс, материально-техническое обеспечение, технология моделирования, формализация процесса,

**Bychkov A.V., Batov V.Y., Filyaev M.P. Imitation modeling of processes of material and technical support of troops (forces): theory and practice.**

The article reflects the results and prospects of research on the application of simulation methods in the system of material and technical support of troops (forces). Their relevance is due to the need to improve the control of forces and means of logistics in the conduct of operations by troops in modern conditions, characterized by high dynamics of changes in the operational situation and a significant reduction in decision-making time to achieve success in military confrontation. A number of problematic issues of the theory and practice of simulation modeling of the processes of material and technical support of troops and the main ways of their solution are considered.

Key words: logical and mathematical description, logistic process, logistics, modeling technology, process formalization, simulation model, tool.

**Горин А.Н., Афанасьевский Л.Б., Чурсин М.А. Применение Matlab для имитационного моделирования полумарковских систем.**

Решена задача построения имитационной модели функционирования сложных систем, построенных по блочно-модульному принципу, в которых протекают двумерные полумарковские процессы. На примере показано, что имитационная модель позволяет получить результаты с той же точностью значительно проще, чем с помощью расчетов по аналитическим формулам.

Ключевые слова: имитационная модель, полумарковский процесс, стационарные вероятности состояний.

**Gorin A.N., Afanasievsky L.B., Chursin M.A. Using Matlab for simulation of systems with external event streams.**

The problem of constructing a simulation model for the operation of complex systems, built on a block-modular principle, in which two-dimensional semi-Markov processes take place, has been solved. The example show that the simulation model allows you to get results with the same accuracy is much easier than using calculations using analytical formulas.

Key words: simulation model, semi-Markov process, stationary probabilities of states.

**Данилюк В.В. Применение имитационного моделирования для обучения военных специалистов в Военной академии воздушно-космической обороны.**

В статье представлен порядок применения в учебном процессе программно-моделирующих комплексов. Приведены особенности изучения программно-моделирующих комплексов курсантами, слушателями магистратуры и слушателями академических курсов переподготовки и повышения квалификации в соответствии с должностным предназначением обучающихся.

Ключевые слова: военная академия, имитационное моделирование, курсанты, обучающиеся, программно-моделирующий комплекс, результат обучения, слушатели.

**Danilyuk V.V. Application of simulation modeling for training military specialists in the Military academy of aerospace defense.**

The article presents the procedure for using software-modeling complexes in the educational process to assess the combat capabilities of military units and formations. The features of the study of software-modeling complexes by cadets, graduate students and students of academic retraining and advanced training courses in accordance with the official purpose of students are given.

Key words: cadets, listeners, learning outcome, Military academy, software-modeling complex, simulation modeling, trainees.

**Девятков В.В., Филяев М.П., Маряшина Д.Н., Девятков И.А. Применение среды GPSS Studio для имитационных исследований процессов материально-технического обеспечения войск.**

Формулируется задача исследования вариантов организации процесса обеспечения горючим формируемой группировки войск. В качестве метода исследования выбрано имитационное моделирование. Описывается процесс разработки имитационной модели и ее имитационного приложения средствами GPSS Studio. Представлены текущие возможности управления параметрами моделируемого процесса и приводятся планы совершенствования имитационного приложения.

Ключевые слова: имитационное моделирование, иерархия модели, материально-техническое обеспечение, оптимальные маршруты, транспортная логистика.

**Devyatkov V.V., Filyaev M.P., Maryashina D.N., Devyatkov I.A. Using the GPSS Studio environment for simulation studies of processes material and technical support of the troops.**

The task of studying various options for organizing the process of providing fuel to the formed group of troops is formulated. Simulation modeling was chosen as the research method. The process of developing a simulation model and its simulation application using the GPSS Studio modeling environment is described. The current capabilities of managing the parameters of the simulated process are presented and plans for improving the simulation application are presented.

Key words: logistics, model hierarchy, optimal routes, simulation modeling, transport logistics.

**Демков В.В., Хлебников О.А. Повышение эффективности имитационных исследований материального обеспечения армейской авиации на основе использования прикладного программного модуля подготовки исходных данных.**

В целях адекватного применения имитационных моделей процессов обеспечения топливом летательных аппаратов армейской авиации необходима подготовка значительных объемов исходных данных. Рассмотрен подход использования прикладного модуля, состоящего из двух программных компонентов, позволяющий значительно повысить достоверность данных, а также сократить сроки на

проведение вспомогательных расчётов.

Ключевые слова: армейская авиация, имитационная модель, материальное обеспечение, прикладной программный модуль, система обеспечения топливом, технология моделирования.

**Demkov V.V., Khlebnikov O.A. Increasing the efficiency of simulation research of material support of the army aviation based on the applied software module for preparation of initial data.**

In order to adequately apply simulation models of the processes of providing fuel to aircraft of the army aviation, it is necessary to prepare significant amounts of initial data. An approach to using an application module consisting of two software components is considered, which makes it possible to significantly increase the reliability of data, as well as to reduce the time required for performing auxiliary calculations.

Key words: applied software module, army aviation, fuel supply system, material support, simulation model, simulation technology.

**Дмитриев И.П., Замятина Е.Б., Зимин И.В., Усанин А.С. Инструментальные средства моделирования социальных сетей для разработки стратегий предотвращения распространения нежелательной информации**

Представлены инструментальные средства для имитационного моделирования социальных сетей. Инструментальные средства позволяют оценить структурные характеристики социальных сетей, использовать методы имитационного моделирования для анализа как виртуальной, так и реальной социальной сети. При построении имитационных моделей применяются DSL-технологии с целью повышения качества моделирования.

Ключевые слова: злонамеренная информация, имитационная модель, иммунизация, сети Петри, социальные сети, DSL- технологии.

**Dmitriev I.P., Zamyatina E.B., Zimin I.V., Usanin A.S. Software for simulation of strategies for prevention of malicious information spread in social networks.**

The software tools for simulation of social networks are presented. This software tools allow to assess the structural characteristics of social networks, to use simulation methods for analyses both virtual and real social networks. When building simulation models, DSL technologies are used to improve the quality of simulation.

Key words: DSL-technologies, immunization, malicious information, Petri nets, simulation model, social networks.

**Доронина Е.Б., Скатков А.В., Доронина Ю.В. Применение сценарного подхода к выбору варианта планирования ремонтно-профилактических работ сложных технических объектов.**

Рассматривается задача применения сценарного подхода к выбору варианта планирования ремонтно-профилактических работ сложных технических устройств. Предложена схема технологического процесса и морфологическое описание сценариев на основе нее, что позволило снизить участие ЛПП и влияние опыта сотрудников на принимаемые решения по оптимизации ремонтно-профилактических работ.

Ключевые слова: морфологический анализ, сценарный подход, ремонтно-профилактические работы, система поддержки принятия решений, сложное техническое устройство.

**Doronina E.B., Skatkov A.V., Doronina Y.V. Application of a scenario approach to the choice of planning options for repair and maintenance of complex technical objects.**

The problem of applying a scenario approach to the choice of planning options for repair and maintenance of complex technical devices is considered. The scheme of the

technological process and the morphological description of scenarios based on it are proposed, which allowed to reduce the participation of managers and the influence of employees experience on decisions made to optimize repair and maintenance work.

Key words: complex technical device, decision support system, morphological analysis, repair and maintenance work, scenario approach.

**Долгов В.Я. Применение имитационного моделирования при принятии решения по управлению войсками.**

Противоречивость выводов и предложений должностных лиц обуславливает многоступенчатый, итеративный, противоречивый и соответственно длительный процесс принятия решения. Современные информационно-моделирующие среды стали материальной основой эффективного использования метода принятия решения «по элементам решения». Рассмотрен возможный подход применения имитационного моделирования при принятии решения по управлению войсками.

Ключевые слова: возможные варианты, допустимые варианты, информационно-моделирующая среда, принятие решения, рациональный вариант.

**Dolgov V.Y. Application of simulation modeling when making a decision on command and control of troops.**

The inconsistency of conclusions and iterative proposals of officials determines a multistage, iterative, contradictory and correspondingly long decision-making process. Modern information-simulation environments became the material basis for effective use of the decision-making method “on the elements of a decision”. A possible approach to the application of simulation modeling when making a decision on command and control of troops is considered.

Key words: decision-making, information-simulation environment, possible options, permitted options, rational option.

**Долгов В.Я. Применение имитационного моделирования в обучении военных специалистов.**

В соответствии с компетентностным подходом предусмотренном стандартами высшего профессионального образования Российской Федерации, одним из результатов обучения слушателей академии являются сформированные у них компетенции в научно-исследовательской деятельности. В статье предложены проектные технологии подготовки и выполнения творческих заданий с использованием имитационного моделирования.

Ключевые слова: имитационная модель, новые знания, определенная структура оперативных и гибких знаний, проектная технология, экстерниоризованные систематические конкретные и обобщенные знания.

**Dolgov V.Y. Application of simulation modeling in military specialist training.**

In accordance with the competence-based approach provided for by the standards of higher professional education of the Russian Federation, one of the outcomes of the academy students training is the competencies formed in their research activities. The article proposes design technologies for the preparation and performing creative tasks using simulation modeling.

Key words: design technology, exteriorized systematic specific and generalized knowledge, new knowledge, objectified structure of operational and flexible knowledge, simulation model.



**Журавлев А.В., Аксенов К.А. Имитационное моделирование внешних систем при проектировании комплексов вооружения, военной и специальной техники.**

В работе рассмотрены вопросы создания имитационного оборудования для испытательных стендов, применяемых при проектировании комплексов вооружения, военной и специальной техники, на этапе отработки конструкторской и программной документации. Предложена модель универсального имитирующего комплекса, обеспечивающая унификацию подходов, описан принцип работы, рассмотрен метод моделирования работы группы внешних систем на основе данной модели. Приведены результаты внедрения предложенных подходов и продемонстрирована высокая их эффективность.

Ключевые слова: имитационное моделирование, испытательный стенд, система автоматического управления.

**Zhuravlev A.V., Aksyonov K.A. External systems simulation modeling within weapon system, military and special-purpose equipment designing.**

The paper is considered simulation equipment creation issues for test stands used in weapons systems, military and special equipment designing at the stage of design and software documentation development. The model of universal imitating complex which ensures the unification approaches is proposed. The operational principle of the model is described. External systems group operation modeling method based on this model is explained. The results of proposed approaches implementation are given and their high efficiency is established.

Key words: automatic control system, simulation modeling, test stand

**Исхаков А.Р., Маликов Р.Ф. Оценка эффективности ПВО при малом времени пребывания роя БПЛА в зоне обстрела.**

Оценка эффективности ПВО является актуальной задачей в условиях современного боя. В статье применен метод оценки эффективности с использованием модели Эрланга. Решена задача для системы ПВО из двух зенитных орудий. Сформулированы рекомендации для модели Эрланга на случай роевой атаки БПЛА.

Ключевые слова: имитационная модель, рой беспилотных летательных аппаратов, система массового обслуживания, эффективность системы противовоздушной обороны.

**Iskhakov A.R., Malikov R.F. Efficiency mark of AAW for short swarm stay of UAV in the firing zone.**

Efficiency mark of AAW is urgent task in the conditions of modern combat. The article uses the efficiency assessment method using Erlang model. Solved a problem for an air defense system consisting of two anti-aircraft guns. Recommendations for the Erlang model are formulated during a swarm attack by a UAV.

Key words: efficiency mark of AAW, queuing system, simulation model, swarm of UAVs.

**Кобелев Н.Б. Миропорядок и модель глобальной гибридной войны.**

Современный глобализм – это следующая фаза развития. Не учет баланса сил и агрессивная конкуренция приведут к различным войнам и конфликтам, которые принято называть сейчас «гибридной войной». Она заключается в достижении конкретных функций при помощи военных и других сил, которые используются для разрушения материальных объектов и других ценностей государства.

Ключевые слова: баланс сил, гибридная война, глобальный мир, миропорядок, имитационная модель, хаотические факторы.

**Kobelev N.B. World order and model of global hybrid war.**

Modern globalism is the next phase of development. Failure to take into account the balance of power and aggressive competition will lead to various wars and conflicts, which are now called "hybrid war". It consists in achieving specific functions with the help of military and other forces that are used to destroy material objects and other values of the state.

Key words: chaotic factors, global world, hybrid war, balance of forces, simulation model, world order.

**Королев И.Д., Попов В.И., Вызулин Е.С. Имитационная модель процесса аналитической обработки событий информационной безопасности системы обнаружения, предупреждения и ликвидации последствий компьютерных атак для оценки оперативности ее функционирования.**

Для автоматизированного выявления инцидентов информационной безопасности на ранней стадии построена имитационная модель подсистемы аналитической обработки событий информационной безопасности системы обнаружения, предупреждения и ликвидации последствий компьютерных атак. На основе исходных данных, полученных экспертным путем, проведен эксперимент и получены выходные данные по существующей и разработанной информационно-аналитической подсистеме.

Ключевые слова: имитационная модель, инцидент информационной безопасности, событие информационной безопасности, система обнаружения предупреждения и ликвидации последствий компьютерных атак.

**Korolev I.D., Popov V.I., Vyzulin E.S. Simulation model of the process of analytical processing of information security events of the system for detecting, preventing and eliminating the consequences of computer attacks to assess the performance of its functioning.**

For the automated detection of information security incidents at an early stage, a simulation model of the subsystem for the analytical processing of information security events of the system for detecting, preventing and eliminating the consequences of computer attacks has been built. On the basis of the initial data obtained by expert means, an experiment was carried out with the required number of tests for the normal distribution of the population, and the output data for the existing and developed information-analytical subsystem were obtained.

Key words: detection system, information security incident, information security event, prevention and elimination of the consequences of computer attacks, simulation model.

**Крылов А.Г., Шуневич В.Б., Батвиннин С.Ю. Применение имитации для моделирования эксплуатации вооружения и военной техники военно-морского флота.**

Разработку современных имитационных моделей невозможно представить без специализированных программных средств. Каждое такое средство имеет свои особенности и специфические приемы, что позволяет упростить программирование некоторых элементов или расширить их возможности. Так как многие программные средства имитации являются универсальными инструментами и не ориентированными под конкретную область моделирования, возникают многочисленные проблемы. Разрешению проблем, с которыми авторы статьи столкнулись при разработке модели эксплуатации ВВТ ВМФ и посвящена данная статья.

Ключевые слова: агентное моделирование, имитационная модель, эксплуатация ВВТ ВМФ.

**Krylov A.G., Shunevich V.B., Batvinnin S.Yu. Application of simulation to simulate the operation of weapons and military equipment of the NAVY.**

The development of modern simulation models is impossible without specialized software. Each of these tools has its own characteristics and specific techniques, which allows you to simplify the programming of some elements or expand their capabilities. Since many simulations software tools are universal tools and focused on a specific area of modeling, numerous problems arise. This article is devoted to solving the problems that the authors of the article encountered when developing a model for the operation of weapons and military equipment of the Navy.

Key words: agent modeling, operation of weapons and military equipment of the Navy, simulation model.

**Лаптев И.В., Авилкин А.М., Шишлов П.А. Оценивание важности абонентов радиосети класса MANet на динамической модели структуры сети.**

Радиосети класса MANet (Mobile Ad hoc Network) на текущий момент получили широкое применение, в том числе, при построении систем связи военного назначения ведущих иностранных государств. Использование радиосетей такого класса при проектировании зарубежных военных систем связи тактического назначения существенно осложняет процесс определения структуры наблюдаемой сети и важности ее абонентов. С этой целью проведено моделирование и предложен подход к оцениванию важности абонентов радиосети класса MANet в интересах повышения результативности принятия решений по управлению войсками и оружием.

Ключевые слова: абонент (узел сети), важность абонентов, графовая модель, имитационная модель, инвариант графа, самоорганизующиеся сети класса MANet, топологические характеристики.

**Laptev I.V., Avilkin A.M., Shishlov P.A. Assessing a MANet-class radio network user nodes importance with the network structure dynamic model.**

MANet-class radio networks are currently widely used in military communications systems of leading foreign countries. The use of this class radio networks in the foreign military communication systems design for tactical purposes significantly complicates the determining process of the structure monitored network and the importance of its user nodes. For this purpose, modeling has been carried out and an approach has been proposed to assess the importance of user nodes of a MANet-class radio network for increasing the effectiveness of decision-making in command and control process.

Key words: graph model, graph invariant, Mobile Ad hoc Network, simulation model, user node, topological characteristics, user nodes importance.

**Латыпов И.Ф., Девятков В.В., Кульнев С.В., Савченко И.Ф., Солдатов Е.А. Опыт использования имитационного моделирования при планировании выгрузки (погрузки) раненых (больных) из военно-санитарного поезда.**

В статье представлен комплекс имитационных моделей, разработанный в среде моделирования GPSS Studio. Комплекс позволяет оценить и принять решение органу военно-медицинского управления на предстоящую выгрузку/погрузку раненых (больных) из военно-санитарного поезда в зависимости от сложившейся обстановки.

Ключевые слова: военно-санитарный поезд, имитационное моделирование, технология выгрузки/погрузка раненых (больных), эвакуационный приемник.

**Latypov I.F., Devyatkov V.V., Kulnev S.V., Savchenko I.F., Soldatov E.A. Experience in using simulation modeling-when planning the unloading (loading) of wounded (sick) from a military ambulance train.**

The article presents a set of simulation models developed in the GPSS Studio

modeling environment. The complex allows you to evaluate and make a decision to the military medical management body for the upcoming unloading/loading of the wounded (sick) from the military ambulance train, depending on the current situation.

Key words: evacuation receiver, military ambulance train, simulation modeling, technology of unloading/loading the wounded (sick).

**Наумов В.А. К расчету статической формы шланга с конусом в имитационной модели дозаправки самолета в воздухе.**

При определенных условиях от корректного математического описания шланга с конусом будет зависеть адекватность имитационной модели дозаправки самолета в воздухе реальному процессу. Результаты расчетов показали, что увеличение веса шланга ведет к росту угла атаки вблизи точки его крепления, угол атаки у конуса, практически не изменяется.

Ключевые слова: дозаправка самолета в воздухе, имитационная модель, заправочный шланг, статическая форма.

**Naumov V.A. To calculate the static shape of the hose with a cone in the simulation model of aircraft refueling in the air**

The adequacy of the simulation model of aircraft refueling in the air to the real process depends on the correct mathematical description of the hose with a cone under certain conditions. The results of calculations showed that an increase in the weight of the hose leads to an increase in the angle of attack near the point of its attachment, the angle of attack at the cone practically does not change.

Key words: aerial refueling, refueling hose, simulation model, static shape.

**Новиков А.Н. Имитационное моделирование процесса функционирования широкополосных радиотехнических систем в сложной сигнально-помеховой обстановке**

Радиотехнические системы военного назначения относятся к классу сложных многофункциональных систем. Их разработка и производство является высокотехнологичным и дорогостоящим процессом. В связи с этим целесообразно на первоначальном этапе разработки произвести имитационное моделирование данных систем и процессов, происходящих в них в той или иной ситуации. Разработан подход к имитационному моделированию, позволяющий охватить широкий класс радиотехнических систем, использующих в качестве антенны широкополосную цифровую антенную решетку.

Ключевые слова: антенная решетка, имитационная модель, пространственно-временная обработка, широкополосный сигнал.

**Novikov A.N. Simulation of the process functioning of broadband radio systems in a difficult signal and interference situation.**

Military radio systems belong to the class of complex multifunctional systems. Their development and production is a high-tech and expensive process. It is therefore advisable to simulate these systems and processes in a given situation at the initial stage of development. An approach to simulation modeling has been developed, which allows to cover a wide class of radio engineering systems using a broadband digital antenna array as an antenna.

Key words: antenna array, broadband signal, simulation model, space-time processing.

**Поленин В.И., Бондаренко И.В., Бассауэр А.А. Имитационное моделирование жизненного цикла радиоэлектронных систем вооружения кораблей.**

Рассматривается возможность применения имитационного моделирования радиоэлектронных систем вооружения кораблей с целью поддержки принятия решения по управлению их жизненным циклом. Особенностью предлагаемого подхода является высокий уровень детализации модели, который заключается в учете индивидуальных характеристик отдельных элементов за счет использования в модели связанных электронных таблиц.

Ключевые слова: жизненный цикл, имитационное моделирование, радиоэлектронные системы кораблей, системы военного назначения, управление запасами, управление рисками.

**Polenin V.I., Bondarenko I.V., Bassauer A.A. Simulation of the ships radioelectronic weapons systems life cycle.**

The possibility of using simulation modeling of radio-electronic weapons systems of ships in order to support decision-making on their life cycle management is considered. A special feature of the proposed approach is the high level of model detail, which consists in taking into account the individual characteristics of individual elements by using related electronic tables in the model.

Key words: electronic systems of ships, inventory management, life cycle, military systems, risk management, simulation.

**Привалов А.Е., Федяев В.В., Бугайченко П.Ю. Применение многоагентных технологий для построения имитационных моделей многоспутниковых орбитальных группировок дистанционного зондирования Земли.**

В статье представлены постановка и решение задачи разработки имитационной модели орбитальной группировки дистанционного зондирования Земли. Разработана структура модели на основе многоагентного подхода. Представлен алгоритм функционирования модели и результаты его реализации в AnyLogic. Модель может быть использована для поддержки принятия решений по обоснованию баллистической структуры, параметров бортовой аппаратуры и методов управления многоспутниковой орбитальной группировкой.

Ключевые слова: дистанционное зондирование Земли, имитационная модель, информационное обеспечение, многоагентный подход, орбитальная группировка.

**Privalov A.E., Fedyaev V.V., Bugaichenko P.Y. Application of multiagent technologies for building simulation models of multisatellite constellation for earth remote sensing.**

Key words: Earth remote sensing, military information support, multi agent approach, simulation model, satellite constellation.

**Пуха Г.П. К вопросу о реализации взаимодействия аналитических и имитационных моделей в рамках единого программного комплекса.**

В статье обсуждаются возможности специализированных систем имитационного моделирования по обмену данными с взаимодействующими программами, опыт его реализации и соответствующее направление развития этих возможностей.

Ключевые слова: программно-аппаратный комплекс, пункт управления связью, система поддержки принятия решений, система имитационного моделирования, взаимодействия с внешними программами, текстовый формат.

**Pukha G.P. To the question of implementation of interaction of analytical and simulation models within the framework of a unified software complex.**

The article discusses the capabilities of specialized simulation systems for exchanging data with interacting programs, the experience of its implementation and the corresponding direction of development of these capabilities.

Key words: communication control center, decision support system, interaction with external programs, simulation system, software and hardware complex, text format.

**Тарасов В.Н., Бахарева Н.Ф. Имитационное моделирование сетей связи.**

В статье представлено содержание учебных пособий авторов на основе зарубежных программных продуктов для проектирования и моделирования сетей связи, включая семейство OPNET Modeler, RIVERBED Modeler, реализованных на основе дискретно-событийного имитационного моделирования систем массового обслуживания и основанных на технологии IT GURU Academic Edition. В этих учебных пособиях представлены постановки и решения наиболее часто встречающихся задач из области сетевых технологий, которые важны для понимания процессов функционирования сетей телекоммуникаций и в частности компьютерных сетей. Эти же пособия могли бы быть использованы и высших военных учебных заведениях с дополненными заданиями по моделированию систем связи военного назначения.

Ключевые слова: задачи сетевых технологий, имитационное моделирование сетей связи, технологии IT GURU.

**Tarasov V.N., Bakhareva N.F. Simulation of communication networks.**

The report briefly presents the content of the authors' tutorials based on foreign software products for the design and modeling of communication networks, including the OPNET Modeler family, RIVERBED Modeler, implemented based on discrete-event simulation of queuing systems and based on IT GURU Academic Edition technology. In these tutorials, statements and solutions of the most common problems in the field of network technologies are presented, which are important for understanding the processes of functioning of telecommunication networks, and in particular computer networks. These manuals could also be used in higher military educational institutions with supplemented tasks on modeling military communications systems.

Key words: IT GURU technologies, network technology challenges, RIVERBED Modeler, simulation of communication networks.

**Уткин В.В., Ратушин А.П., Босый А.С., Коликов И.В. Стратифицированный подход к моделированию радиоэлектронной обстановки в интересах эффективного управления и применения сил и средств радиотехнического контроля.**

Рассмотрен стратифицированный подход к моделированию радиоэлектронной обстановки в интересах эффективного управления и применения сил и средств радиоэлектронного контроля в гражданской и военной сферах. Проведена систематизация и обоснование применения множества компонентных моделей радиоэлектронной обстановки, позволяющего объективно учитывать, в том числе априорные данные о составе и состоянии объектов контроля, структуре и состоянии систем связи и средств радиотехнического обеспечения.

Ключевые слова: моделирование, стратификация, радиоэлектронная обстановка, радиоэлектронный контроль, сложные системы.

**Utkin V.V., Ratushin A.P., Bosuy A.S., Kolikov I.V. Stratified approach to simulation of the radio electronic situation in the interest of effective control and application of forces and means of radio engineering.**

The article considers a stratified approach to modeling the electronic situation in the interests of effective command and use of forces and means of electronic control in the civil and military spheres. The systematization and substantiation of the application of a variety of component models of the radio-electronic situation, which allows to objectively take into

account, including a priori data on the composition and state of control objects, the structure and state of communication systems and radio technical support, is carried out.

Key words: complex systems, electronic control, electronic situation, modeling, stratification.

**Хабаров А.П., Мельник Д.И., Старчак С.Л. Об одном подходе к моделированию процесса планирования перехвата баллистической цели.**

Приведена декомпозиция процесса планирования перехвата цели, выделена задача синтеза попадающей траектории. Разработан математический аппарат для точного расчета параметров попадающей траектории. Алгоритм модели построен на основе методики выбора попадающей траектории на этапе планирования применения ракетного комплекса перехвата. Модель может быть использована в составе комплекса математических моделей системы ПРО для исследования боевых возможностей ракетных комплексов перехвата.

Ключевые слова: метод Ньютона, ракетный комплекс перехвата, попадающая траектория.

**Khabarov A.P., Melnick D.I., Starchak S.L. About one approach of ballistic target interception planning process modeling.**

Decomposition of target interception planning process was introduced, hitting trajectory synthesis task was emphasized. A mathematical apparatus for precise calculation of hitting trajectory parameters was introduced. Model algorithm was developed on basis of hitting trajectory selection methodic for application planning stage of missile interception complex. Model can be used as a part of antimissile defense system mathematical model complex for in vestigation of missile complex combat capabilities.

Key words: hitting trajectory, missile interception complex, Newton's method.

**Шарков И.К. Имитационное моделирование средств физической защиты на охраняемом объекте в задачах оценки уязвимости.**

В статье рассматривается подход моделирования систем физической защиты (СФЗ) в задачах оценки уязвимости от актов незаконного вмешательства. Также рассмотрен подход создания математических моделей СФЗ, сотрудников служб безопасности и проникающих нарушителей с помощью объектно-ориентированного языка моделирования в Rand Model Designer для составления цифровых двойников охраняемого объекта и проведения имитационного моделирования вторжения внешнего нарушителя.

Ключевые слова: модели угроз, моделирование, объектно-ориентированное моделирование, оценка уязвимости, охрана, система физической защиты, СФЗ.

**Sharkov I.K. Simulation modeling of physical protection systems in the tasks of vulnerability assessment.**

This research article describes the method of simulation of Physical Protection Systems for application in security vulnerability assessment tasks in act of unlawful interference. The article consider the approach to create mathematical models of PPS, security staff and intruders with OO modeling language in Rand Model Designer for creating the digital twin of guarded object and simulation of act of unlawful interference by intruder.

Key words: object-oriented modeling, physical protection system, PPS, security, threat models, vulnerability assessment.