

Азаров М.М., Шалыто А.А., Баранов С.Б. Динамический моделирующий комплекс для отладки и проверки алгоритмов системы управления движением и динамическим позиционированием морских надводных подвижных объектов.

Доклад посвящен разработанному в АО «Концерн «НПО «Аврора» динамическому моделирующему комплексу (ДМК), который предназначен для отладки и тестирования программного обеспечения и алгоритмов управления систем управления движением и динамическим позиционированием. Рассмотрены состав программного обеспечения ДМК, особенности работы его компонентов в процессе функционирования, а также режимы работы комплекса.

Ключевые слова: динамический моделирующий комплекс, система управления движением.

Azarov M.M., Shalyto A.A., Baranov S.B. Dynamic simulation complex for debugging and testing vessel motion and dynamic position control system algorithms.

The report is devoted to dynamic simulation complex (DSC), which is designed in JSC «Concern «Aurora» SPA» for debugging and testing software and algorithms of marine vessel motion and dynamic position control systems. There are discussed program components and operating modes of DSC.

Keywords: dynamic simulation complex, vessel motion control system.

Алексеев А.В., Антипов В.В., Михальчук А.В., Смольников А.В. Модель и технология проактивного управления процессами борьбы за живучесть корабля, судна.

Комплексная автоматизация управления корабельными системами в настоящее время рассматривается как один из основных способов повышения качества их функционирования, существенного снижения негативного влияния человеческого фактора. Показано, что среди наиболее перспективных направлений ее реализации следует считать разработку технологии проактивного управления на базе технологий цифрового двойника. В качестве ее варианта представлены модель и технологический образец системы борьбы за живучесть корабля на основе роботизированного проектного комплекса «КАСОР», что позволяет в реальном масштабе времени принимать упреждающие по времени решения по управлению безопасностью эксплуатации, локализацией аварийных ситуаций и аварий, борьбой за живучесть корабля и контролировать их результативность.

Ключевые слова: проактивность, роботизация управления, цифровой дневник, технология КАСОР, интеллектуальная поддержка управления.

Alekseev A.V., Antipov V.V., Mikhalechuk A.V., Smolnikov A.V. Proactive management model and technology the processes of fighting for the survivability of a ship, vessel.

Complex automation of shipboard control systems is currently considered as one of the main ways to improve the quality of their functioning and significantly reduce the negative impact of the human factor. It is shown that the development of proactive management technology based on digital twin technologies should be considered among the most promising areas of its implementation. As a variant, a model and a technological sample of the ship's survivability control system based on the KASOR robotic design complex are presented, which allows real-time proactive decisions to be made to manage operational safety, localize emergencies and accidents, and combat ship survivability and monitor their effectiveness.

Keywords: proactivity, control robotics, digital diary, CASOR technology, intelligent control support.

Алексеев А.В., Волгин П.Н., Михальчук А.В. Концепция коллективной монографии

«Моделирование процессов борьбы на море».

Интенсивное развитие информационных технологий и необходимость их широкомасштабного внедрения на кораблях ВМФ и судах Морского флота России обрели такие размеры, что стало принципиально важным обсудить целый ряд накопившихся проблем в широком кругу специалистов, первой из которых, безусловно, является форсированное развитие методологии, способов и технологий моделирования процессов борьбы на море. Для системного осмысления не только открывшихся новых широких возможностей моделирования, но и взвешенного, на новом уровне, оценивания качественно новых роли и функций моделирования авторы предлагают план-проспект и участие в подготовке коллективной монографии.

Ключевые слова: моделирование, борьба на море, открытое программирование, технология моделирования, интеллектуализация управления.

Alekseev A.V., Volgin P.N., Mikhalechuk A.V. The concept of the monograph «Process modeling fighting at sea».

The intensive development of information technologies and the need for their large-scale implementation on ships of the Russian Navy and ships of the Russian Navy have acquired such dimensions that it has become fundamentally important to discuss a number of accumulated problems among a wide range of specialists, the first of which, of course, is the accelerated development of methodology, methods and technologies for modeling the processes of warfare at sea. For a systematic understanding of not only the vast new modeling possibilities that have opened up, but also a balanced, at a new level, assessment of qualitatively new roles and functions of modeling, the authors propose a prospectus and participation in the preparation of a collective monograph.

Keywords: modeling, fighting at sea, open programming, modeling technology, management intellectualization.

Алексеев А.В., Захаров В.В., Охтилев М.Ю., Охтилев П.А., Соколов Б.В. Системно-управленческое описание процессов функционирования цифровых двойников сложных объектов на различных этапах их жизненного цикла.

В докладе показано как на основе системно-управленческого описания процессов создания и использования цифровых двойников (ЦД) сложных объектов (СЛО) как процессов проактивного (упреждающего) управления структурной динамикой соответствующей развивающейся ситуацией, можно соответствующие задачи анализа и синтеза ЦД описывать в терминах теории управления, исследования операций и искусственного интеллекта. При таком подходе данные задачи формально описываются и решаются в рамках трех базовых задач квалиметрии моделей и полимодельных комплексов: задачи анализа проактивного управления структурной динамикой развивающейся ситуацией (РС), задачи наблюдения за управляемой структурной динамикой РС, задачи проактивного управления структурной динамикой РС. Приводятся сведения о практической реализации разработанного системно-управленческого подхода к описанию и использованию ЦД СЛО, базирующего на фундаментальных и прикладных результатах, полученных к настоящему времени в квалиметрии моделей и полимодельных комплексов.

Ключевые слова: сложный объект, цифровая модель, цифровой двойник, киберфизическая система, квалиметрия моделей и полимодельных комплексов, проактивное управление структурной динамикой.

Alekseev A.V., Zakharov V.V., Okhtilev M.Yu., Okhtilev P.A., Sokolov B.V. Systems and management description of the functioning processes of digital twins of complex objects at various stages of their life cycle.

This paper demonstrates how, based on a systems-management description of the processes of creating and using digital twins (DTs) of complex objects (COs) as processes of proactive (anticipatory) management of the structural dynamics of a given evolving situation, the corresponding tasks of DT analysis and synthesis can be described in terms of control theory, operations research, and artificial intelligence. With this approach, these tasks are formally described and solved within the framework of three basic tasks of model qualimetry and multi-model systems: the task of analyzing the proactive management of the structural dynamics of an evolving situation, the task of monitoring the controlled structural dynamics of a DS, and the task of proactive management of the structural dynamics of a DS. Information is provided on the practical implementation of the developed systems-management approach to describing and using DTs of COs, based on fundamental and applied results obtained to date in the qualimetry of models and multi-model systems.

Keywords: complex object, digital model, digital twin, cyber-physical system, qualimetry of models and poly-model complexes, proactive control of structural dynamics.

Беляев А.Д., Бубнов Е.А. Унифицированный метод алгоритмических испытаний систем управления главными энергетическими установками объектов морской техники.

В статье представлен унифицированный метод алгоритмических испытаний систем управления главными энергетическими установками объектов морской техники. Метод обеспечивает автоматизированное проведения проверок алгоритмов автоматического управления на этапе их разработки и этапе межведомственных испытаний системы управления главной энергетической установкой с использованием единой методики алгоритмических испытаний.

Ключевые слова: система управления, алгоритм автоматического управления, главная энергетическая установка, метод испытаний.

Belyaev A.D., Bubnov E.A. Unified method of algorithmic testing of control systems for main power plants of marine equipment objects.

This article proposes a unified method for algorithmic testing of control systems for main power plants of marine equipment. The method ensures the automated verification of automatic control algorithms both during their development phase and during inter-agency testing of the main power plant control system, using a single algorithmic testing methodology.

Keywords: control system, automatic control algorithm, main power plant, testing method.

Бондарев В.А., Ермаков С.В., Малинин Н.Ж. Место математических моделей в структуре эксплуатационного процессного цифрового двойника циркуляции морского судна.

Приведено краткое описание технологии цифровых двойников как общее, так и прикладное – в контексте её использования в морском судоходстве, в процессах судовождения и для обеспечения эффективной циркуляции судна. Оценено значение математических моделей судна при формировании и функционировании цифрового двойника циркуляции судна. Сформулированы требования к математическим моделям, определяющим возможность их использования в цифровом двойнике циркуляции. Приведены примеры применимых моделей.

Ключевые слова: морское судно, циркуляция, математические модели, цифровой двойник.

Bondarev V.A., Ermakov S.V., Malinin N.Z. The place of mathematical models in the structure of an operational process-centric digital twin of a marine vessel's circulation.

This article provides a brief description of Digital Twins Technology, both general and applied,

in the context of its use in maritime shipping, navigation processes, and ensuring efficient vessel circulation. The importance of mathematical models of a vessel in the formation and operation of a digital twin of a vessel's circulation is assessed. Requirements for mathematical models determining their suitability for use in a digital twin of a circulation are formulated. Examples of applicable models are provided.

Keywords: marine vessel, circulation, mathematical models, digital twin.

Говорухин В.П., Калинов М.И., Родионов В.А. Возможности отечественных космических средств по контролю морских перевозок в Балтийском море и по маршруту «Усть-Луга – Балтийск».

На основе сценарно-временного и разностно-долготного методов выполнено имитационное моделирование и произведена оценка возможностей отечественных космических систем дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) по контролю морских перевозок в Балтийском море и по маршруту «Усть-Луга – Балтийск». Выявлена низкая оперативность отечественных космических систем ДЗЗ. Предложены пути ее повышения.

Ключевые слова: космическая система, космический аппарат, метод, методика, имитационное моделирование, возможности, оценка.

Govorukhin V.P., Kalinov M.I., Rodionov V.A. Capabilities of domestic space-based systems for monitoring maritime traffic in the Baltic Sea and along the Ust-Luga – Baltiysk route.

Simulation modeling was performed on the basis of scenario-time and difference-longitude methods and an assessment was made of the capabilities of domestic space systems for remote sensing of the Earth (remote sensing) for monitoring maritime traffic in the Baltic Sea and along the Ust-Luga – Baltiysk route. The low efficiency of domestic remote sensing systems has been revealed. Ways to increase it are proposed.

Keywords: space system, spacecraft, method, technique, simulation modeling, capabilities, assessment.

Дикшев И.В., Ерофеев В.А., Масленников А.В., Медведков М.С. Программный инструмент инженерного анализа сварки судовых корпусных конструкций для стадии технологической подготовки производства.

Реализация сквозной технологии судостроения подразумевает цифровизацию всех её стадий и этапов (цифровое проектирование, цифровая технологическая подготовка, цифровое производство, управление жизненным циклом, цифровая сдача-приёмка, цифровой двойник при эксплуатации) за счёт создания единого информационного пространства для проектировщика, завода и эксплуатанта на основе высокопроизводительной информационно-коммуникационной и вычислительной инфраструктуры, системной интеграции производственного и судового оборудования с системным, прикладным и инженерным программным обеспечением различного назначения. Однако создание и внедрение сквозных технологий является довольно дорогим и очень длительным процессом. В то же время, реальное производство невозможно остановить, и оно продолжает выполнять судостроительные программы по постройке и ремонту судов на основе старых технологий, где уровень автоматизации стадии технологической подготовки остаётся низким, а потребность в надёжных и простых CAE-инструментах высокая.

Компания АО «Юмосс» разрабатывает отечественную компьютерную систему инженерного анализа сварки и родственных технологий CAE WeRTSim для стадии технологической подготовки производства. Система строится на базе программной платформы, объединяющей цифровые двойники сварочных процессов с инструментами инженерного анализа сварочной технологии.

Ключевые слова: сварка и родственные технологии, инженерное программное

обеспечение, сквозная технология, цифровой двойник, имитационное моделирование, сварочная деформация, система управления данными и процессами.

Dikshev I.V., Erofeev V.A., Maslennikov A.V., Medvedkov M.S. Software tool for engineering analysis of welding in ship body structures for the production preparation stage.

The implementation of end-to-end shipbuilding technology involves the digitization of all its stages and phases (digital design, digital engineering, digital manufacturing, lifecycle management, digital handover, digital twin during operation) by creating a unified information space for the designer, shipyard, and operator based on high-performance information and communication and computing infrastructure, as well as the system integration of production and shipboard equipment with system, application, and engineering software for various purposes. However, the creation and implementation of end-to-end technologies is a rather expensive and very time-consuming process. At the same time, actual production cannot be halted, and it continues to carry out shipbuilding programs for the construction and repair of ships based on existing technologies, where the level of automation in the technological preparation stage remains low, but the need for reliable and simple CAE tools is high.

JSC Umoss is currently developing a Russian computer system for the engineering analysis of welding and related technologies, CAE WeRTSim, for the production planning stage. The system is built on a software platform that integrates digital twins of welding processes with tools for the engineering analysis of welding technology.

Keywords: welding and related technologies, CAE-software, end-to-end technology, digital twin, simulation modeling, welding deformation, SPDM-technology.

Дикшев И.В., Ерофеев В.А., Масленников А.В., Медведков М.С. Определение параметров режима орбитальной сварки неплавящимся электродом титановых сплавов с присадочным материалом на основе численного анализа процесса.

В статье описано применение цифрового двойника сварки неплавящимся электродом в среде инертных газов (GTAW-процесс) с подачей присадочного материала для численного анализа орбитальной сварки тонкостенной титановой трубки и колена. На основе численного анализа определена одна из возможных комбинаций параметров режима, обеспечивающая требуемый провар стыка и размеры катетов результирующего шва. Установлено, что при выполнении первого прохода во избежание сквозного проплавления стенки трубки необходимо поперечное смещение электрода от центра стыка на величину 1.0 мм в сторону колена. При сварке второго прохода для получения катетов результирующего двухпроходного шва, удовлетворяющих требованиям ГОСТ, поперечное смещение электрода должно составлять 0.8 мм в сторону трубки. Скорость сварки при этом должна изменяться при движении из положения 6 ч в положение 12 ч.

Ключевые слова: GTAW-процесс, орбитальная сварка, титановые сплавы, цифровой двойник, имитационное моделирование, профиль шва, параметры режима.

Dikshev I.V., Erofeev V.A., Maslennikov A.V., Medvedkov M.S. Determination of parameters for the orbital welding of titanium alloys with a non-consumable electrode and a filler metal based on numerical analysis of the process.

This article describes the use of a digital twin of gas-tungsten arc welding (GTAW) with filler metal to perform a numerical analysis of the orbital welding of a thin-walled titanium tube and elbow. Based on the numerical analysis, one of the possible combinations of process parameters has been determined, ensuring the required penetration of the joint and the dimensions of the weld legs. It was established that during the first pass, to avoid through-welding of the tube wall, the electrode must be offset laterally from the center of the joint by 1.0 mm toward the elbow. When welding the second pass to obtain the leg dimensions of the resulting two-pass weld that meet

GOST requirements, the transverse displacement of the electrode should be 0.8 mm toward the tube. The welding speed should change as moving from position 6 h to position 12 h.

Keywords: GTAW-process, orbital welding, titanium alloys, digital twin, simulation modeling, weld shape, process parameters.

Дригола В.К. Арктический театр: МРТК как ключевой элемент обеспечения безопасности Северного морского пути и арктической инфраструктуры.

Арктическая зона Российской Федерации представляет собой пространство стратегических национальных интересов, где традиционные подходы к обеспечению безопасности сталкиваются с беспрецедентными вызовами: экстремальными климатическими условиями, огромными незащищенными расстояниями и растущей активностью нерегиональных игроков. В статье доказываем, что эффективный контроль над Северным морским путем (СМП) и рассредоточенной арктической инфраструктурой требует перехода к асимметричным, сетцентричным и всесезонным решениям. На основе анализа геополитического ландшафта и положений Морской доктрины России (2022) обосновывается центральная роль роевых морских роботизированных тактических комплексов (МРТК) в формировании устойчивой системы безопасности. Предлагаются конкретные оперативные сценарии применения разнородных МРТК для задач дальнего обнаружения, противолодочной обороны, защиты подводной инфраструктуры и охраны акваторий. В заключение формулируются ключевые требования к техническому облику «арктических» МРТК и предлагается организационная модель их интеграции в структуру сил Северного флота.

Ключевые слова: Арктика, Северный морской путь, Арктическая зона РФ, морские роботизированные тактические комплексы, безопасность судоходства, защита инфраструктуры, Северный флот, сетцентричность, Арктическое командование.

Drigola V.K. Arctic Theater: NRTC as a key element of ensuring the security of the Northern Sea Route and Arctic Infrastructure.

The Arctic Zone of the Russian Federation represents a space of strategic national interests, where traditional approaches to security face unprecedented challenges: extreme climatic conditions, vast unprotected distances, and growing activity by non-regional actors. The article argues that effective control over the Northern Sea Route and the dispersed Arctic infrastructure requires a transition to asymmetric, network-centric, and all-season solutions. Based on an analysis of the geopolitical landscape and the provisions of Russia's Maritime Doctrine (2022), the central role of swarm-capable naval robotic tactical complexes (NRTCs) in forming a sustainable security system is substantiated. Specific operational scenarios for the employment of heterogeneous NRTCs are proposed for long-range detection, anti-submarine warfare, protection of underwater infrastructure, and area denial. In conclusion, key requirements for the technical design of "Arctic-class" NRTCs are formulated, and an organizational model for their integration into the structure of the Northern Fleet forces is proposed.

Keywords: Arctic, Northern Sea Route, Arctic Zone of the Russian Federation, naval robotic tactical complexes, navigation security, infrastructure protection, Northern Fleet, network-centric warfare, Arctic Command.

Дригола В.К. Доктрина функционального флота: от производства корпусов к оператору морской мощи.

В статье анализируется системный кризис современного российского судостроения. Автор доказывает, что его природа – не в дефиците мощностей и не в импортозависимости, а в устаревшей парадигме управления, неспособной ответить на новые стратегические вызовы: взрывное распространение беспилотных автономных систем, стремительную деградацию боевых возможностей традиционных платформ, цикл обновления которых на порядок короче физического ресурса корпуса, а также исторически сложившийся разрыв

между созданием корабля и его эксплуатацией. На основе анализа опыта 1990–2020-х годов и публичных заявлений руководства страны формулируется концепция необходимого парадигмального сдвига – доктрины функционального флота. Её суть: корабль перестаёт быть конечным продуктом и становится временным носителем постоянно обновляемых боевых возможностей, а отрасль трансформируется из производителя корпусов в оператора морской мощи, управляющего полным жизненным циклом боевых возможностей. Статья адресована участникам конференции «Морской салон-2026» как приглашение к дискуссии о новом отраслевом договоре – переходе к модели «Корабль-как-услуга» (Battleship-as-a-Service).

Ключевые слова: судостроение, парадигмальный сдвиг, жизненный цикл боевых возможностей, цифровая экосистема, беспилотные автономные системы, сетцентричность, цифровая нить, контракт на результат.

Drigola V.K. The Functional Fleet Doctrine: From Hull Production to Naval Power Operator.

The article analyzes the systemic crisis of modern Russian shipbuilding. The author argues that its nature is not a shortage of capacities nor import dependence, but an outdated management paradigm incapable of responding to new strategic challenges: the explosive proliferation of unmanned autonomous systems, the rapid degradation of the combat capabilities of traditional platforms (whose renewal cycle is an order of magnitude shorter than the physical life of the hull), and the historically formed gap between ship construction and its operation. Based on an analysis of the experience of the 1990s–2020s and public statements by the country's leadership, the concept of a necessary paradigm shift is formulated – the Functional Fleet Doctrine. Its essence: the ship ceases to be an end product and becomes a temporary carrier of constantly updated combat capabilities, while the industry transforms from a hull producer into a naval power operator, managing the full lifecycle of combat capabilities. The article is addressed to participants of the "Maritime Salon-2026" conference as an invitation to discuss a new industry compact – the transition to the "Battleship-as-a-Service" model.

Keywords: shipbuilding, paradigm shift, lifecycle of combat capabilities, digital ecosystem, unmanned autonomous systems, network-centricity, digital thread, outcome-based contract.

Дригола В.К. Место и роль цифрового двойника в системах управления военно-морского флота Российской Федерации.

В статье рассматривается эволюция технологии цифрового двойника (digital twin) от инструмента инженерного проектирования до ключевого элемента систем управления Военно-морского флота РФ. На основе анализа теоретических положений концепции в контексте категорий единого информационного пространства (common information space) и виртуальной реальности (virtual reality) выявлена роль цифровых двойников в повышении качества эксплуатационно-технических решений. Представлен анализ зарубежного опыта (США, НАТО) в области применения цифровых двойников для управления корабельными группировками. Определены перспективные направления развития технологии для целей управления ВМФ РФ.

Ключевые слова: цифровой двойник, системы управления военно-морского флота, единое информационное пространство, виртуальная реальность, предиктивное обслуживание, поддержка принятия решений, математическое моделирование, интегрированная логистическая поддержка, зарубежный опыт, дистанционная модификация программного обеспечения.

Drigola V.K. The place and role of the digital twin in the control systems of the Navy of the Russian Federation.

The article examines the evolution of digital twin technology from an engineering design tool to a key element of the control systems of the Russian Federation's Navy. Based on an analysis of the theoretical provisions of the concept in the context of the categories of common information space and virtual reality, the role of digital twins in improving the quality of operational and technical solutions is identified. An analysis of foreign experience (USA, NATO) in the application of digital

twins for naval group control is presented. Promising directions for the development of the technology for the purposes of the Russian Navy's command and control are determined.

Keywords: digital twin, naval control systems, common information space, virtual reality, predictive maintenance, decision support, mathematical modeling, integrated logistics support, foreign experience, remote software modification.

Дригола В.К., Алексеев А.В., Бондырев В.Е., Иванов Д.О. Цифровой двойник распределенной системы управления с элементами искусственного интеллекта.

В развитие ранее выполненной постановки задачи по разработке цифрового двойника распределенной системы управления типовыми объектами управления рассмотрен вопрос обоснования его пятиэлементной структуры, принципов реализации и базового технологического варианта построения, в том числе с использованием элементов искусственного интеллекта. Методом исследовательского проектирования показано, что данное инновационное решение обладает перспективностью развития и конкурентно способнее современных альтернативных решений ОМТиМТС типа «Aegis» более, чем на 27%, что весьма существенно.

Ключевые слова: исследовательское проектирование, распределенная система управления, типовой объект управления, цифровой двойник, проактивность управления, масштабируемость, инвариантность.

Drigola V.K., Alekseev A.V., Bondyrev V.E., Ivanov D.O. Digital double of a distributed control system with artificial intelligence elements.

In the development of the previously completed task of developing a digital twin of a distributed control system for typical control objects, the issue of justifying its five-element structure, implementation principles, and basic technological design, including the use of artificial intelligence elements, has been considered. Using the research design method, it has been shown that this innovative solution has the potential for development and is more competitive than modern alternative solutions such as Aegis by more than 27%, which is a significant advantage.

Keywords: research design; distributed control system, typical control object, digital twin, proactive control, scalability, invariance.

Жаркова Е.В. Моделирование условий доставки плавучей платформы в порт Тикси.

В статье рассматривается задача оценки возможности доставки плавучей буровой платформы в порт Тикси по трассе Северного морского пути. Применяется многокритериальный подход: одновременно учитываются ледовая обстановка, глубины на маршруте и погодные условия. На основе анализа сезонных изменений определено, что оптимальным периодом для доставки является август-сентябрь. Зимняя доставка признана невозможной без мощного ледокольного сопровождения.

Ключевые слова: плавучая платформа, Северный морской путь, имитационное моделирование, порт Тикси, ледовая обстановка, многокритериальный подход.

Zharkova E.V. Simulation of conditions for delivery of a floating platform to Tiksi port.

The article considers the problem of assessing the possibility of delivering a floating drilling platform to Tiksi port via the Northern Sea Route. A multicriteria approach is applied: ice conditions, route depths, and weather conditions are taken into account simultaneously. Based on the analysis of seasonal changes, it is determined that the optimal period for delivery is August-September. Winter delivery is considered impossible without powerful icebreaker support.

Keywords: floating platform, Northern Sea Route, simulation modeling, Tiksi port, ice conditions, multicriteria approach.

Искандеров Ю.М., Ласкин М.Б., Лебедев И.С., Семенов В.В., Хасанов Д.А. Интеллектуальная поддержка моделирования жизнеспособности интегрированных цепей поставок.

В статье представлен подход к формированию интеллектуальной поддержки моделирования жизнеспособности интегральных цепей поставок. Дано определение жизнеспособности цепей поставок. Отмечено, что функционирование современных цепей поставок невозможно без использования всего спектра современных методов моделирования, системного анализа и новейших информационных технологий. Изложены особенности методологического подхода к обеспечению жизнеспособности цепей поставок. Отмечено, что важнейшим условием, обеспечивающим эффективное функционирование цепей поставок, является их адаптация к изменениям внутренней и внешней среды. Указано, что предиктивное моделирование на основе интеллектуальных систем с использованием мультиагентных технологий становится ключевым фактором создания современных цепей поставок.

Ключевые слова: интеллектуальная поддержка, моделирование, жизнеспособность, интегрированные цепи поставок, мультиагентные технологии.

Iskanderov Yu.M., Laskin M.B., Lebedev I.S., Semenov V.V., Khasanov D.S. Intelligent support for modeling the viability of integrated supply chains.

This article presents an approach to developing intelligent support for modeling the viability of integrated supply chains. A definition of supply chain viability is provided. It is noted that the functioning of modern supply chains is impossible without the full range of modern modeling methods, systems analysis, and the latest information technologies. The specifics of a methodological approach to ensuring supply chain viability are outlined. It is noted that the most important condition for ensuring the effective functioning of supply chains is their adaptation to changes in the internal and external environment. Predictive modeling based on intelligent systems using multi-agent technologies is becoming a key factor in the creation of modern supply chains.

Keywords: intelligent support, modeling, viability, integrated supply chains, multi-agent technologies.

Кузнецов А.Л., Семенов А.Д. Имитационное моделирование работы кранов STS контейнерного терминала для целей проектирования морского порта.

В статье рассматривается задача определения оптимального количества причальных кранов типа STS на этапе проектирования морского порта. Предложен метод анализа производительности кранов на основании имитационного моделирования работы кранов с учётом бей-плана судна. Разработана имитационная модель с трёхмерной анимацией, позволяющая оценить производительность, коэффициент использования кранов и время обработки судна. Доказана адекватность разработанной модели.

Ключевые слова: контейнерный терминал, имитационное моделирование, контейнерный перегружатель, морской грузовой фронт.

Kuznetsov A.L., Semenov A.D. Simulation Modeling of STS Cranes at a Container Terminal for Seaport Design.

This article examines the problem of determining the optimal number of STS quay cranes at the seaport design stage. A method for analyzing crane performance is proposed based on simulation modeling of crane operation, considering the vessel's bay plan. A simulation model with 3D animation has been developed to evaluate productivity, crane utilization, and vessel handling time. The adequacy of the developed model is demonstrated.

Keywords: container terminal, simulation modeling, container handler, sea cargo front.

Макаров Е.А., Бубнов Е.А. Метод объектно-ориентированного проектирования человеко-машинных интерфейсов систем управления корабельными техническими средствами.

В статье предложен метод объектно-ориентированного проектирования человеко-машинного

интерфейса систем управления корабельными техническими средствами. Метод обеспечивает системное формирование алгоритмов работы оператора по решению типовых управленческих задач на основе принципов функционирования объекта управления с последующим определением состава, вида, формы человеко-машинного интерфейса.

Ключевые слова: системы управления, человеко-машинный интерфейс, методы проектирования, алгоритмы деятельности.

Makarov E.A., Bubnov E.A. Object-oriented design method for the human-machine interface of shipboard technical equipment control systems.

This article proposes an object-oriented design method for the human-machine interface of systems controlling shipboard technical equipment. The method enables the systematic development of operator algorithms for solving routine management tasks based on the operational principles of the controlled object, followed by the determination of the composition, type, and form of the human-machine interface.

Keywords: control systems, human-computer interaction, design methodologies, activity models.

Мартынова Л.А., Якупов Р.И., Знаменский Д.А. Имитационная модель оценки эффективности поиска малоразмерных объектов автономным необитаемым подводным аппаратом в акватории путем маневрирования по крену.

Решается задача сравнительной оценки эффективности поиска малоразмерных объектов в морской среде традиционным автономным необитаемым подводным аппаратом и гидробатическим, способным маневрировать по крену. При использовании метода статистических испытаний имитировалось движение аппарата и случайных объектов, оценивалось попадание объектов в зоны обзора поисковых средств аппарата. Получены сравнительные оценки обнаружения объектов для различных скоростей поступательного движения аппарата и угловых скоростей вращения гидробатического аппарата. **Ключевые слова:** автономный необитаемый подводный аппарат, поиск малоразмерных объектов, морская среда, маневрирование по крену.

Martynova L.A., Yakupov R.I., Znamensky D.A. Simulation model for evaluating the effectiveness of searching for small objects in an area using an autonomous underwater vehicle's roll maneuvering.

This paper aims to compare the effectiveness of searching for small objects in the marine environment using a traditional autonomous underwater vehicle and a hydrobatic vehicle capable of roll maneuvering. Using a statistical testing method, the vehicle's motion and that of random objects were simulated, and the occurrence of objects within the vehicle's search detection zones was assessed. Comparative estimates of object detection were obtained for various vehicle forward speeds and hydrobatic vehicle rotational velocities.

Keywords: autonomous underwater vehicle, search for small objects, marine environment, roll maneuvering.

Мартынова Л.А., Якупов Р.И., Знаменский Д.А. Имитационная модель поиска полыньи автономным необитаемым подводным аппаратом с использованием маневрирования по крену и дифференту.

Рассмотрена задача обсервации автономного необитаемого подводного аппарата поиска в полынье. Для поиска полыньи предложено маневрирование аппарата по крену и дифференту. Для тестирования алгоритмов маневрирования аппарата и поиска полыньи потребовалась разработка имитационной модели с воспроизведением ключевых процессов – маневрирование по крену и дифференту, а также обнаружение полыньи по классификационным признакам. Для валидации имитационной модели и проверки ее адекватности проведены натурные эксперименты с использованием специально разработанного макета аппарата.

Ключевые слова: автономный необитаемый подводный аппарат, обсервация в ледовых условиях, маневрирование аппарата по крену и дифференту, валидация, адекватность модели, макет аппарата.

Martynova L.A., Yakupov R.I., Znamensky D.A. Simulation modeling of the operation of the system for determining the location of a small-sized robotic complex.

To prevent the unauthorized flight of a small-sized unmanned aerial vehicle over the sea area, an imitation of the operation of the system for determining its location by the difference-range method based on a signal emitted from its board was carried out. The simulation takes into account the loss of the signal, its reflection and attenuation. Estimates of the error in determining the difference in the moments of arrival of signals at the points of reception and the error in determining the location of the drone are obtained. The results of field tests confirmed the adequacy of simulation modeling.

Keywords: small-sized robotic complex, unmanned aerial vehicle, location determination, difference-range method, spatially separated receivers.

Мутовкина Н.Ю. Возможности метода Монте-Карло для оценки эффективности морских грузоперевозок.

В статье рассмотрены преимущества и недостатки одного из методов имитационного моделирования – метода Монте-Карло, в основе которого находится генерация случайных чисел – значений параметров, определяющих имитационную модель. Определена сущность метода, особенности его применения в обозначенной области. Разработана имитационная модель для прогнозирования времени грузового судна в пути и величины затрат на транспортировку груза, продемонстрирована работа данной модели и прокомментированы полученные результаты.

Ключевые слова: Имитационное моделирование, метод Монте-Карло, морские перевозки, транспортные затраты, продолжительность рейса, время в пути, технические проблемы.

Mutovkina N.Y. The possibilities of the Monte Carlo method for evaluating the efficiency of marine cargo transportation.

The article discusses the advantages and disadvantages of the simulation modeling method, the Monte-Carlo method, which involves random numbers, and the values that determine the simulation model. The essence of the method and its application in the designated area are determined. We develop a simulation model to predict the travel time of a cargo ship and the cost of cargo transportation. We demonstrated the operation of this model and commented on the results.

Keywords: simulation, Monte-Carlo method, sea transportation, transportation costs, duration of the voyage, travel time, technical problems.

Нгуен Минь Тьен, Багинова В.В., Нгуен Ван Хунг. Имитационное моделирование операций контейнерных терминалов в морской транспортно-логистической системе Вьетнама: обзор подходов и направления развития.

В статье систематизированы подходы к имитационному моделированию операций контейнерных терминалов и обоснована необходимость их адаптации к условиям морской транспортно-логистической системы Вьетнама. На основе анализа отечественных, зарубежных и вьетнамских исследований показано, что существующая эмпирическая база данных по вьетнамским портам может быть использована для параметризации модулей дискретно-событийного моделирования; вместе с тем она до настоящего времени не интегрирована в единый инструмент операционного анализа. Представлены результаты авторской модели дискретно-событийного моделирования логистического центра «Фьюк Лонг», а также предложена модульная структура модели

контейнерного терминала с указанием входных данных, выходных показателей и процедур верификации.

Ключевые слова: контейнерный терминал, морской порт, морская логистика, дискретно-событийное моделирование, гибридное моделирование, транспортная система Вьетнама.

Nguyen Minh Chien, Baginova V.V., Nguyen Van Hung. Simulation modelling of container terminal operations in Vietnam's maritime transport and logistics system: a review of approaches and development directions.

The paper systematizes approaches to simulation modelling of container terminal operations and substantiates the need to adapt them to the conditions of Vietnam's maritime transport and logistics system. Based on an analysis of international, Russian, and Vietnamese studies, it is shown that the existing empirical base on Vietnamese ports can be used to parameterize discrete-event simulation (DES) modules; however, it has not yet been integrated into a unified operational analysis tool. The results of the author's DES model of the Phuoc Long logistics center are presented, and a modular container terminal model framework is proposed, specifying input data, output indicators, and verification procedures.

Keywords: container terminal, seaport maritime logistics, discrete-event simulation, hybrid modelling, Vietnam transport system.

Овчинников А.В., Марков А.С., Аскералиев А.А. Моделирование применения комплексов технических средств для спасания экипажей аварийных подводных лодок в Арктике.

В статье представлено моделирование проведения спасательной операции при оказании помощи аварийным подводным лодкам в Арктике с применением различных комплексов технических средств.

Ключевые слова: аварийная подводная лодка, Арктика, комплекс технических средств, моделирование, спасание экипажа.

Ovchinnikov A.V., Markov A.S., Askeraliev A.A. Modeling of the use of complexes of technical means for the rescue of crews of disabled submarine in the Arctic.

The article presents a modeling of a rescue operation in assistance to disabled submarines in the Arctic using various complexes of technical means.

Keywords: disabled submarine, Arctic, complexes of technical means, modeling, rescue the crew.

Пронякин Н.С., Федотов М.В., Девятков Т.В. Программный комплекс для оценки загруженности морских портов и транспортных магистралей Хасанского транспортного узла.

В статье представлена программная система для проведения комплексного анализа загруженности транспортной инфраструктуры Хасанского транспортного узла, построенная на базе платформ RITM³ и ALINA GPSS. Инструмент даёт возможность исследователям из МГУ им. Невельского проводить различные эксперименты и выявлять ключевые факторы, влияющие на эффективность железнодорожных и автомобильных грузоперевозок, анализировать загруженность транспортной инфраструктуры и ее отдельных элементов.

Ключевые слова: имитационное моделирование, RITM³, ALINA GPSS, транспортное моделирование, железнодорожные грузоперевозки.

Pronyakin N.S., Fedotov M.V., Devyatkov T.V. Software suite for evaluating the capacity

utilization of seaports and transport corridors of the Khasan transport hub.

The article introduces a software system designed to perform an in-depth analysis of traffic congestion within the Khasan transport hub. This system is built upon the foundation of the RITM³ and ALINA GPSS platforms. The software provides researchers at the Maritime State University named after Admiral Nevelskoy with a powerful toolset to conduct extensive experiments such as identifying critical factors influencing the efficiency of both rail and road freight transportation etc.

Keywords: simulation, RITM³, ALINA GPSS, traffic simulation, railroad freight transportation.

Пуха Г.П. Сочетание аналитико-имитационного моделирования в интересах оценки устойчивости систем связи ВМФ.

В статье рассматривается вариант решения задачи, связанной с количественной оценкой показателей устойчивости систем связи ВМФ, с помощью аналитико-имитационного моделирования.

Ключевые слова: поддержка принятия решений, система связи, стабильность, аналитическая и имитационная модель, программный пакет.

Pukha G.P. A combination of analytical and simulation modeling to assess the stability of naval communication systems.

The article considers a solution to the problem related to the quantitative assessment of the stability indicators of the Navy's communication systems using analytical and simulation modeling.

Keywords: decision support, communication system, stability, analytical and simulation model, software package.

Рябченко Д.С., Сазонов К.Е. Изменение упора гребного винта при ударном взаимодействии с отдельной льдиной.

В работе рассматривается проблема определения дополнительного упора гребного винта, возникающего при его ударном взаимодействии с фрагментами тертого льда. Предлагается методика расчёта импульса удара, основанная на кинематических параметрах взаимодействия льдины с профилем лопасти и модели неупругого удара. Определяется средняя сила удара и её проекция на ось вращения винта, формирующая ледовый упор. Приведены результаты численной оценки для винта фиксированного шага. Полученные выводы обосновывают необходимость учета ударных нагрузок при оценке ледовой ходкости судов.

Ключевые слова: гребной винт, ледовый упор, ударное взаимодействие, тертый лёд, импульс, ледовая ходкость.

Ryabchenko D.S., Sazonov K.E. Change in propeller thrust during impact interaction with a single ice floe.

The paper addresses the problem of determining the additional thrust of a propeller arising from its impact interaction with fragments of crushed ice. A method for calculating the impact impulse is proposed, based on the kinematic parameters of the interaction between an ice floe and the blade profile, and an inelastic impact model. The average impact force and its projection onto the propeller shaft axis, which forms the ice thrust, are determined. Numerical evaluation results for a fixed-pitch propeller are presented. The conclusions obtained justify the need to account for impact loads when assessing the ice performance of ships.

Keywords: propeller, ice thrust, impact interaction, crushed ice, impulse, ice performance.