

Моделирование информационно-экономической системы в целях разработки программного обеспечения для безопасности в судостроении

А. Ю. Янченко

кандидат экономических наук, доцент,
Санкт-Петербургский государственный морской технический университет,
Санкт-Петербург, Россия
yanchenko.au@corp.smtu.ru

Аннотация: Данная статья посвящена исследованию проблем и перспектив разработки специализированного программного обеспечения в области безопасности судостроения с использованием функционального моделирования. Показана значимость судостроительной отрасли и необходимость в эффективных инструментах для улучшения процессов проектирования, управления, мониторинга и безопасности для строящихся и ремонтируемых судов. Целью исследования является оценка возможностей и использование метода IDEF0 в качестве инструмента создания описательной графической модели, показывающей суть процессов в рамках информационно-экономической системы безопасности постройки и ремонта судов. Подробно рассматриваются существующие подходы и инструменты, используемые в судостроении. Особое внимание уделяется процессу функционального моделирования, а также важности привлечения квалифицированных IT-специалистов и экспертов судостроения для успешной разработки программного обеспечения. Результаты исследования показывают, что разработка специализированных решений на основе функционального моделирования, таких как информационно-экономическая система обеспечения безопасности строящихся и ремонтируемых судов, играет важную роль в современной судостроительной отрасли. Также указывается необходимость дальнейших исследований и инноваций в этой области для улучшения судостроительной отрасли. Подчеркивается значимость применения информационных технологий в судостроении для улучшения процессов и достижения более высоких результатов. Отмечается значимость разработки специализированных решений в судостроении для совершенствования отрасли и повышения конкурентоспособности компаний, включая сотрудничество между судостроительными и IT-компаниями и объединение опыта и знаний для разработки инновационных решений. Разработка специализированных решений на основе современных информационных технологий может существенно улучшить эффективность и безопасность в судостроении, а также способствовать развитию отрасли в целом.

Ключевые слова: судостроение; ремонт судов; информационные технологии; специализированные решения; функциональное моделирование; безопасность; сотрудничество.

Для цитирования: Янченко А. Ю. Моделирование информационно-экономической системы в целях разработки программного обеспечения для безопасности в судостроении. Ученые записки Российской академии предпринимательства. 2024. Т. 23. № 3. С. 72 – 79. <https://doi.org/10.24182/2073-6258-2024-23-3-72-79>.

Modeling of an information and economic system for the development of software for shipbuilding safety

A. Yu. Yanchenko

Cand. Sci. (Econ.), Assoc. Prof.,
Saint-Petersburg State Marine Technical University,
Saint-Petersburg, Russia
yanchenko.au@corp.smtu.ru

Abstract: This article is devoted to the study of problems and prospects of development of specialized software in shipbuilding safety using functional modeling. It shows the importance of the shipbuilding industry and the need for effective tools to improve the design, management, monitoring and safety processes for ships under construction and repair. The research objective is the assessment of the capabilities and use of IDEF0 method as a tool for creating a descriptive graphical model showing the essence of the processes within the framework of the information and economic system of shipbuilding and repair security. Existing approaches and tools used in shipbuilding are discussed in detail. Particular attention is paid to the process of functional modeling and the importance of involving qualified IT specialists and shipbuilding experts for successful software development. Results of the research show that development of specialized solutions based on functional modeling, such as information and economic system for ensuring safety of ships under construction and repair, plays an important role in the modern shipbuilding industry. The need for further

research and innovation in this area to improve the shipbuilding industry is also indicated. The importance of using information technology in shipbuilding to improve processes and achieve better results is emphasized. The importance of development of specialized solutions in shipbuilding to improve the industry and increase the competitiveness of companies is noted including cooperation between shipbuilding and IT companies and integration of experience and knowledge to develop innovative solutions. Development of specialized solutions on the basis of modern information technologies can significantly improve efficiency and safety in shipbuilding, as well as contribute to the development of the industry as a whole.

Keywords: *shipbuilding, ship repair, information technology, specialized solutions, functional modeling, safety, cooperation.*

For citation: *Yanchenko A.Yu. Modeling of an information and economic system for the development of software for shipbuilding safety. Scientific notes of the Russian academy of entrepreneurship. 2024. T. 23. № 3. P. 72–79. <https://doi.org/10.24182/2073-6258-2024-23-3-72-79>.*

Судостроение — сложная и технологически развитая отрасль, которая играет важную роль в международной торговой и транспортной системе. Современные суда требуют высококачественного программного обеспечения (ПО) для эффективной и безопасной реализации процесса постройки и дальнейшей эксплуатации. Однако разработка и внедрение программного обеспечения в судостроении и судоремонте сталкиваются с рядом сложностей и проблем, которые могут затруднить эффективность и надежность судостроительных проектов.

Первая проблема, с которой сталкиваются разработчики ПО в судостроении, заключается в несоответствии требованиям и специфике отрасли. Судостроительная отрасль имеет свои уникальные особенности, такие как экстремальные условия эксплуатации, вибрации, соленая вода и высокая влажность. Это означает, что программное обеспечение должно быть способно работать стабильно и надежно в сложных условиях. Например, учитывая вибрацию оборудования, необходимо предусмотреть возможность сбора вибротактильной информации в целях безопасности ¹. Кроме того, судостроение подразумевает соблюдение многочисленных правил, нормативов и стандартов, и ПО должно соответствовать этим требованиям.

Вторая проблема связана с высокой стоимостью разработки и внедрения ПО для судостроения. Разработка и внедрение программного обеспечения в судостроительных проектах требуют значительных ресурсов, включая финансовые, временные и человеческие. Это связано с необходимостью учета специфических требований и нормативов, а также с необходимостью интеграции различных систем и устройств на судне. Большой масштаб судостроительных проектов также увеличивает сложность разработки и внедрения ПО.

Третья проблема, с которой сталкиваются разработчики судостроительного ПО, связана с ограниченной экспертизой в IT-сфере судостроения. В судостроительной отрасли существует недостаток квалифицированных IT-специалистов, которые обладают не только знаниями в области информационных технологий, но и пониманием особенностей и требований судостроения. Это создает проблему в области разработки и внедрения ПО, поскольку необходимо установить эффективное взаимодействие между судостроительными специалистами и IT-специалистами для достижения оптимальных результатов.

Вопрос безопасности является всеобъемлющим и затрагивает все сферы судостроения. Методика построения информационно-экономической системы безопасности должна включать в себя учет специфических требований отрасли, использование современных технологий и инструментов, а также результаты сотрудничества между разработчиками ПО и специалистами в области судостроения. Аккумуляция и выделение всех затрат на безопасность бизнес-процессов судостроения в единый модуль экономической безопасности сделает процесс прозрачным и более эффективно управляемым.

В этой связи необходимо исследование существующих методов решения проблем, связанных с разработкой ПО в судостроении, и предложение нового подхода, который учитывает требо-

¹ Yokota K., Imai H., Kawanishi H., Takahashi K., Abe M. Fundamental development of a safety system for working machinery using vibrotactile information. Proceedings of International Conference on Design and Concurrent Engineering & Manufacturing Systems Conference. 2023. Vol. 2023. No. 0. P. 23. https://doi.org/10.1299/jsmeidecon.2023.0_23.

вания и особенности отрасли, а также позволяет встраивать дополнительные модули без нарушения структуры имеющейся информационно-экономической системы судостроительного предприятия. Актуальность предложенной темы подтверждается анализом современных публикаций и практического опыта в области разработки ПО для судостроения². В настоящее время апробируются алгоритмы создания универсального контрольно-измерительного программного комплекса для высокотехнологичного судостроения при монтаже и наладке бортового оборудования и других бизнес-процессах³. Результаты представленного исследования помогут разработчикам ПО в судостроении более эффективно решать проблемы, связанные с разработкой и внедрением программного обеспечения для строящихся и ремонтируемых судов.

Одним из распространенных методов решения проблемы является использование общедоступных программных решений, которые адаптируются и настраиваются под требования судостроительной отрасли. Это позволяет сэкономить время и ресурсы на разработку ПО «с нуля». Однако такие решения не всегда полностью соответствуют специфическим требованиям строительства и ремонта судов, и требуют дополнительной настройки и интеграции.

Другим методом является разработка собственного ПО с использованием внутренних ресурсов судостроительной компании. Это позволяет полностью учитывать требования и особенности отрасли, однако требует значительных временных и финансовых затрат на разработку, тестирование и поддержку ПО. Кроме того компании могут столкнуться с нехваткой опытных IT-специалистов, способных разрабатывать и поддерживать специализированное ПО для судостроительных и судоремонтных задач.

Еще одним методом решения проблемы является использование сторонних программных решений, разработанных компаниями, специализирующимися на ПО для судостроения. Эти решения обычно учитывают особенности и требования судостроительной отрасли и предлагают широкий функционал, связанный с управлением проектами, мониторингом и контролем, безопасностью и другими аспектами судостроения. Однако, использование таких решений может быть связано с высокими затратами на приобретение лицензий и настройку под индивидуальные требования конкретной компании.

В последние годы наблюдается также использование методов автоматизации и искусственного интеллекта в разработке ПО для судостроения⁴. Это включает в себя применение алгоритмов машинного обучения и анализа данных для оптимизации процессов проектирования, строительства и ремонта. Использование этих методов позволяет сократить время и улучшить точность проектирования судов, а также оптимизировать процессы производства и обслуживания.

Однако, несмотря на разнообразие существующих методов, проблемы с разработкой ПО для судостроения остаются актуальными. Они включают:

- сложность интеграции различных систем;
- несовместимость существующих программных решений;
- ограниченный доступ к специалистам с узкой специализацией;
- высокие затраты на разработку и внедрение специализированных решений.

² Okubo Yu., Mitsuyuki T. Ship production planning using shipbuilding system modeling and discrete time process simulation. *Journal of Marine Science and Engineering*. 2022. Vol. 10. No. 2. P. 176. <https://doi.org/10.3390/jmse10020176>.
Lee Y.G., Ju S., Woo J.H. Simulation-based planning system for shipbuilding. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*. 2020. Vol. 33. No. 6. Pp. 626–641. <https://doi.org/10.1080/0951192X.2020.1775304>.

³ Тихомиров В.А. Разработка и применение универсальных программных контрольно-измерительных комплексов для судостроения. *Морские интеллектуальные технологии*. 2021. № 2–2 (52). С. 65–72. Захаров В.В. Комплексное планирование функционирования и модернизации корпоративной информационной системы судостроительного предприятия. В сборнике: Шестая международная научно-практическая конференция. «Имитационное и комплексное моделирование морской техники и морских транспортных систем» (ИКМ МТМТС-2021). Труды конференции. Санкт-Петербург, 2021. С. 69–73.

⁴ Андреева К.А. Моделирование в судостроении с применением информационно-коммуникационных технологий. В сборнике: Молодежь третьего тысячелетия. Сборник научных статей XLVIII региональной студенческой научно-практической конференции. В 2-х частях. Омск, 2024. С. 760–763.

Мировой опыт свидетельствует, что разработке и внедрению ПО в информационные системы для обеспечения безопасности строительства и ремонта сложной техники, в том числе судов, должно предшествовать серьезное функционально-информационное обследование указанной деятельности. Актуальность предварительного построения модели информационно-экономической системы подтверждается для различных видов производств, что также говорит об универсальности данной методологии^{5,6}.

Целью функционально-информационного обследования является определение оптимальных процессов строительства и ремонта судов, в том числе с точки зрения безопасности, и распределение ресурсов на эти процессы. Для разработки информационно-экономической модели, позволяющей определить оптимальные затраты на обеспечение безопасности строительства и ремонта судов (СиРС) предлагается применить методологию IDEF0 (Integration Definition for Function Modeling), непосредственно предназначенную для описания работы сложных организационно-технических систем⁷.

Выбор данного метода объясняется его широкой известностью и простотой понимания и применения. Стандарт IDEF0 используется для функционального моделирования, то есть моделирования функций объекта, путем создания описательной графической модели, показывающей что, как и кем делается в рамках информационно-экономической системы. В данном случае разрабатываемая функциональная модель представляет собой структурированное изображение процесса обеспечения безопасности СиРС для дальнейшей разработки соответствующего ПО. Результатом функционального моделирования будет информационно-экономическая модель, учитывающая затраты на обеспечение безопасности строящихся и ремонтируемых судов, а также база данных о процессах, материальных и информационных потоках и ресурсах, необходимых для поддержания работы системы на высоком уровне.

Результаты исследования существующих систем обеспечения безопасности строящихся и ремонтируемых судов служат отправной точкой для корректировки исходной модели-прототипа этих процессов с целью их совершенствования и достижения наилучших показателей по стоимостным и временным критериям, а также принятия решения о возможной модернизации существующих способов обеспечения безопасности СиРС⁸.

Описание функциональных моделей принято представлять в виде диаграмм, исходной из которых является контекстная диаграмма исследуемого процесса. Блоки на диаграммах описывают процессы, действия, операции и другие работы, которые преобразуют входные материальные, информационные, финансовые и другие потоки в соответствующие выходные под воздействием управляющих потоков, обычно исполняющих роль ограничений⁹.

Контекстная диаграмма модели системы обеспечения безопасности СиРС может быть декомпозирована с любой степенью подробности описания процессов и обрабатываемых потоков (рис.1). Под процессами в функциональных моделях понимаются процедуры, связанные с вариантами построения системы обеспечения безопасности СиРС.

Целью детального описания соответствующих процессов является выявление слабых звеньев в существующих вариантах построения системы обеспечения безопасности СиРС. В качестве

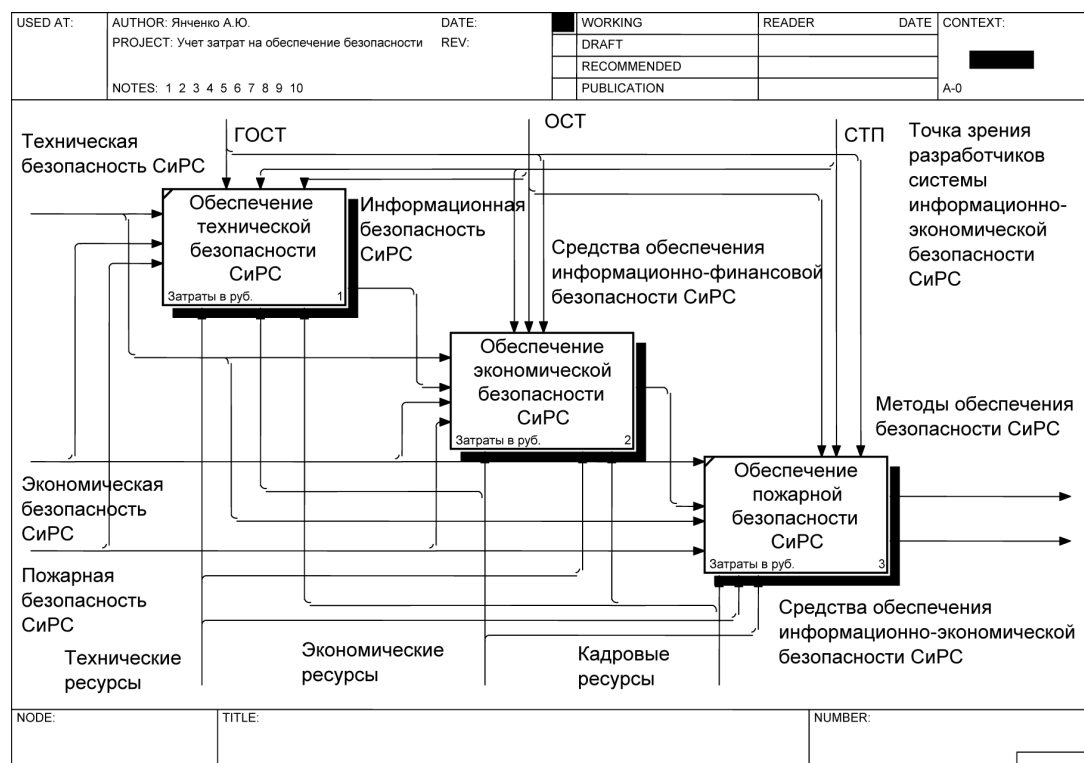
⁵ Банников В.В., Савицкая Т.В. Разработка информационно-моделирующей системы поддержки и принятия решений по управлению безопасностью химических производств. Тонкие химические технологии. 2019. Т. 14. № 4. С. 59–68.

⁶ Шипилова Е.А., Рябов С.В. Программная реализация информационной системы обеспечения безопасности полетов. Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах. 2021. № 2 (24). С. 21–28.

⁷ Госстандарт России. Руководящий документ. Методология функционального моделирования IDEF0. Москва: ИПК Издательство стандартов, 2000.

⁸ Yanchenko A. Information support and quality of structural analysis of vessel modernization technology. In the collection: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. Ser. «International Scientific Conference «Digital Transformation on Manufacturing, Infrastructure and Service» 2020. Pp. 012076.

⁹ Жуковин В.Е. Модели и процедуры принятия решений. Тбилиси: Мецниереба. 2013.

Рис. 1. Первый уровень декомпозиции функциональной модели обеспечения безопасности СиРС¹⁰

примеров слабых звеньев могут быть процессы без управления, дублирующие работы, отсутствие контролирующих связей между процессами.

Результатом использования стандарта IDEF0 является функциональная модель системы обеспечения безопасности СиРС, представленная в виде набора диаграмм иерархического типа. Элементами диаграмм являются блоки и связи между ними, несущие соответствующую семантическую нагрузку. Каждой функции, связанной с элементом системы, ставится в соответствие блок диаграммы. Каждая стрелка функциональной модели помечается существительным, например, «экономическая безопасность СиРС».

Таким образом, IDEF0-функциональные модели включают графические диаграммы, комментарии и глоссарий. Комментарии в виде структурированного текста дополняют содержание диаграмм и уточняют характеристики потоков. Глоссарий необходим для определения аббревиатур, ключевых слов и фраз, используемых в качестве имен и меток на диаграммах.

Все функции в модели находятся в отношениях иерархической подчиненности, а именно: деятельность – процесс – операция – действие. Каждая функция выполняется определенной организационно-технической структурой.

К каждому блоку диаграммы должна быть присоединена хотя бы одна управляющая стрелка, причем управляющая деятельность состоит из следующих операций:

- формулирование целей деятельности;
- оценка ресурсов для осуществления деятельности и их сопоставление с имеющимися ресурсами;
- сбор информации об условиях протекания и фактическом состоянии деятельности для организации обратной связи;
- выработка и принятие решений о распределении ресурсов по процессам и оформление их в виде директив на управление процессами;
- реализация решений и оценка их результатов;
- корректировка ранее сформулированных целей при нехватке ресурсов.

¹⁰ Составлено автором в соответствии с Госстандартом России. Руководящий документ. Методология функционального моделирования IDEF0. – Москва: ИПК Издательство стандартов, 2000.

Организация процесса функционального моделирования и дальнейшей разработки ПО предполагает коллективную работу, объединяющую руководителя проекта, разработчиков модели, технический совет, экспертов в предметной области ¹¹. При моделировании организуется итерационный процесс рецензирования каждого фрагмента и модели в целом, что гарантирует соответствие окончательной модели представлениям автора и экспертов о системе и ПО. Варианты разработанной модели с точки зрения «как есть» и с точки зрения «как должно быть» представляются лицу, принимающему решение, для утверждения плана модернизации существующей системы. В качестве критерия для принятия решения используется минимум затрат по всем моделируемым элементам.

Взаимодействие между экспертом в судостроительной области и разработчиком функциональной модели является итерационным и завершается при достижении консенсуса между ними в процессе совершенствования модели ¹². Конечной целью функционального моделирования является создание такого варианта модели исследуемого процесса, который обеспечивал бы его реализацию за минимальное время и с минимальными затратами. После утверждения функциональной модели лицом, принимающим решение, она становится руководством к действию по разработке ПО для системы обеспечения безопасности СиРС.

Наличие функциональной модели системы обеспечения безопасности строящихся и ремонтируемых судов позволит учитывать затраты по всем элементам системы и эффективно использовать ее варианты в конкретных ситуациях. Основным результатом функционального моделирования будет структура ПО, обеспечивающая безопасность строительства и ремонта судов при минимальных затратах ¹³.

В ходе функционального моделирования могут быть предложены специализированные решения, направленные на улучшение процесса разработки программного обеспечения в судостроительной отрасли. Комплексный подход к разработке программного обеспечения позволяет эффективно планировать, контролировать и управлять различными аспектами процесса судостроения и судоремонта. Разработка общего модуля для управления бюджетом, ресурсами, сроками, а также инструментов для визуализации и анализа данных позволяет оптимизировать процессы, сократить время и затраты на разработку судостроительных проектов, отслеживать различные параметры в состоянии судов, а также предупреждать о возможных проблемах и аварийных ситуациях ¹⁴. Это способствует оперативному реагированию на изменения и принятию соответствующих мер для предотвращения потенциальных рисков.

Привлечение квалифицированных IT-специалистов и экспертов судостроения является неотъемлемой частью успешной разработки ПО для судостроения и судоремонта. Их участие позволяет принять во внимание специфические требования и особенности судостроительной отрасли, а также обеспечить высокий уровень функциональности и надежности разрабатываемых решений. Команда, состоящая из профессионалов данных областей, способна создать инновационные продукты, соответствующие требованиям заказчиков и отвечающие вызовам современного судостроения.

Еще одним важным аспектом разработки специализированного ПО является обеспечение безопасности и защиты данных. В судостроительной отрасли часто используется конфиденциальная информация, требующая надежной защиты. Разработчики программного обеспечения

¹¹ Тебекин А.В. Методология функционального моделирования сложных технических систем модульного типа. Журнал технических исследований. 2021. Т. 7. № 2. С. 3–12.

¹² Ключ В.В., Янченко А.Ю. Разработка моделей системы информационного обеспечения безопасности промышленных объектов. Научно-аналитический журнал «Вестник Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России». 2013. № 4. С. 31–38.

¹³ Ивахненко А.Г. Обзор работ по преобразованиям функциональных моделей процессов в другие модели. В сборнике: Управление качеством в образовании и промышленности. Сборник статей Всероссийской научно-технической конференции. 2019. С. 90–94.

¹⁴ Hamada K., Fujimoto Yu., Shintaku E. Ship inspection support system using a product model. Journal of Marine Science and Technology. 2002. Т. 6. № 4. С. 205–215.

должны применять современные методы шифрования, аутентификации и контроля доступа, чтобы обеспечить безопасность данных и защиту от несанкционированного доступа.

Несмотря на все эти сложности, применение функционального моделирования в области судостроения гарантирует значительные преимущества. Оно позволяет снизить затраты, повысить эффективность и качество проектов, обеспечить более точное прогнозирование и управление рисками, а также высокий уровень безопасности в судостроении и судоремонте. Благодаря внедрению подобных информационных технологий судостроительная отрасль становится более успешной и конкурентоспособной.

Список литературы

1. Yokota K., Imai H., Kawanishi H., Takahashi K., Abe M. Fundamental development of a safety system for working machinery using vibrotactile information. Proceedings of International Conference on Design and Concurrent Engineering & Manufacturing Systems Conference. 2023. Vol. 2023. No. 0. P. 23. https://doi.org/10.1299/jsmeidecon.2023.0_23.
2. Okubo Yu., Mitsuyuki T. Ship production planning using shipbuilding system modeling and discrete time process simulation. Journal of Marine Science and Engineering. 2022. Vol. 10. No. 2. P. 176. <https://doi.org/10.3390/jmse10020176>.
3. Lee Y.G., Ju S., Woo J.H. Simulation-based planning system for shipbuilding. International Journal of Computer Integrated Manufacturing. 2020. Vol. 33. No. 6. Pp. 626–641. <https://doi.org/10.1080/0951192X.2020.1775304>
4. Тихомиров В.А. Разработка и применение универсальных программных контрольно-измерительных комплексов для судостроения. Морские интеллектуальные технологии. 2021. № 2–2 (52). С. 65–72.
5. Захаров В.В. Комплексное планирование функционирования и модернизации корпоративной информационной системы судостроительного предприятия. В сборнике: Шестая международная научно-практическая конференция. «Имитационное и комплексное моделирование морской техники и морских транспортных систем» (ИКМ МТМТС-2021). Труды конференции. Санкт-Петербург, 2021. С. 69–73.
6. Андреева К.А. Моделирование в судостроении с применением информационно-коммуникационных технологий. В сборнике: Молодежь третьего тысячелетия. Сборник научных статей XLVIII региональной студенческой научно-практической конференции. В 2-х частях. Омск, 2024. С. 760–763.
7. Банников В.В., Савицкая Т.В. Разработка информационно-моделирующей системы поддержки и принятия решений по управлению безопасностью химических производств. Тонкие химические технологии. 2019. Т. 14. № 4. С. 59–68.
8. Шпилова Е.А., Рябов С.В. Программная реализация информационной системы обеспечения безопасности полетов. Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах. 2021. № 2 (24). С. 21–28.
9. Жуковин В.Е. Модели и процедуры принятия решений. Тбилиси: Мецниереба. 2013.
10. Тебекин А.В. Методология функционального моделирования сложных технических систем модульного типа. Журнал технических исследований. 2021. Т. 7. № 2. С. 3–12.
11. Ключ В.В., Янченко А.Ю. Разработка моделей системы информационного обеспечения безопасности промышленных объектов. Научно-аналитический журнал «Вестник Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России». 2013. № 4. С. 31–38.
12. Ивахненко А.Г. Обзор работ по преобразованиям функциональных моделей процессов в другие модели. В сборнике: Управление качеством в образовании и промышленности. Сборник статей Всероссийской научно-технической конференции. 2019. С. 90–94.
13. Hamada K., Fujimoto Yu., Shintaku E. Ship inspection support system using a product model. Journal of Marine Science and Technology. 2002. Т. 6. № 4. С. 205–215.
14. Янченко А.Ю., Шумилова Д.А. О проблеме аварий на судах. Путеводитель предпринимателя. 2022. Т. 15. № 2. С. 77–81.

References

1. Yokota K., Imai H., Kawanishi H., Takahashi K., Abe M. Fundamental development of a safety system for working machinery using vibrotactile information. Proceedings of International Conference on Design and Concurrent Engineering & Manufacturing Systems Conference. 2023. Vol. 2023. No. 0. P. 23. https://doi.org/10.1299/jsmeidecon.2023.0_23.

2. Okubo Yu., Mitsuyuki T. Ship production planning using shipbuilding system modeling and discrete time process simulation. *Journal of Marine Science and Engineering*. 2022. Vol. 10. No. 2. P. 176. <https://doi.org/10.3390/jmse10020176>.
3. Lee Y.G., Ju S., Woo J.H. Simulation-based planning system for shipbuilding. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*. 2020. Vol. 33. No. 6. Pp. 626–641. <https://doi.org/10.1080/0951192X.2020.1775304>
4. Tikhomirov V.A. Development and application of universal software instrumentation systems for shipbuilding. *Marine intelligent technologies*. 2021. № 2–2 (52). S. 65–72.
5. Zakharov V.V. Comprehensive planning of the functioning and modernization of the corporate information system of the shipbuilding enterprise. In the collection: *The Sixth International Scientific and Practical Conference. «Simulation and Integrated Modeling of Marine Equipment and Marine Transport Systems» (PCM MTMTS-2021)*. Proceedings of the conference. St. Petersburg, 2021. S. 69–73.
6. Andreeva K.A. Modeling in shipbuilding using information and communication technologies. In the collection: *Youth of the third millennium. Collection of scientific articles of the XLVIII regional student scientific-practical conference*. In 2 parts. Omsk, 2024. S. 760–763.
7. Bannikov V.V., Savitskaya T.V. Development of an information and modeling system for supporting and making decisions on managing the safety of chemical plants. *Thin chemical technologies*. 2019. T. 14. № 4. S. 59–68.
8. Shipilova E.A., Ryabov S.V. Software implementation of the information system for ensuring flight safety. *Information technologies in construction, social and economic systems*. 2021. № 2 (24). S. 21–28.
9. Zhukovin V.E. *Models and decision-making procedures*. – Tbilisi: Metsniereba. 2013.
10. Tebekin A.V. Methodology of functional modeling of complex technical systems of modular type. *Journal of technical research*. 2021. Vol. 7. № 2. S. 3–12.
11. Klyuy V.V., Yanchenko A.Yu. Development of models of the information security system for industrial facilities. *Scientific and analytical journal «Bulletin of St. Petersburg University of the State Fire Service of the Ministry of Emergencies of Russia»*. 2013. № 4. S. 31–38.
12. Ivakhnenko A.G. Overview of work on the transformation of functional process models into other models. In the collection: *Quality management in education and industry. collection of articles of the All-Russian Scientific and Technical Conference*. 2019. S. 90–94.
13. Hamada K., Fujimoto Yu., Shintaku E. Ship inspection support system using a product model. *Journal of Marine Science and Technology*. 2002. T. 6. № 4. S. 205–215.
14. Yanchenko A.Yu., Shumilova D.A. On the problem of accidents on ships. *Entrepreneur's guide*. 2022. VOL. 15. № 2. S. 77–81.