

12. Крылов Ю. В. Широкополосные частотно-поляризационные селективные устройства антенн космических: диссертация канд. техн. наук. Сиб. Фед. Ун-т «СФУ». – Красноярск, 2018. – С. 140.

References

1. Zhodzishsky, M.M. (2019) Dual Frequency GPS/GLONASS RTK: Experimental Results Proceedings of the 12th International Technical Meeting of The Satellite Division of The Institute of Navigation ION GPS-19. pp. 805-811.
2. Rapoport, L.I. (2019) OCTOPUS: Multi antenna GPS/GLONASS RTK system Proceedings of The 12th International Technical Meeting of The Satellite Division of The Institute of Navigation ION GPS-19. pp. 797-804.
3. Leick, A. (2015) GPS Satellite Surveying. New York: Second ed. John Wiley & Sons, Inc. pp. 9-13.
4. Ovsyannikov, E.P. (2010) Cifrovyye radiopriemnyye sistemy. – M.: Radio i Svyaz. 208 s.
5. Weill, L.R. (2017) Conquering Multipath: The GPS Accuracy Battle // GPS World, Vol. vol. 8, No. no. 4, pp. 71-74.
6. URL: <http://www.ansys.com/Products/Simulation+Technology/Electronics/Signal+Integrity/ANSYS+HFSS>
7. Patent SShA №20160064809 (2014). Antenna system with reduced multipath reception. A. V. Astakhov & D. V. Tatarnikov.
8. Erokhin, A.A. (2019) The GNSS Helix Antenna for High Precision Application // Radiation and Scattering of Electromagnetic Waves (RSEMW). Divnomorskoe, Russia. pp. 128-131.
9. Patent SShA №2010/0073239 A1 (2008). Compact Circularly-Polarized Antenna with Expanded Frequency Bandwidth. D. Tatarnikov, A. Stepanenko & A. Astakhov & V. Philippov.
10. Ryazancev, R. O. (2019) Neodnorodnaya kvazisfericheskaya linzovaya antenna iz odnorodnykh sloistykh materialov: dissertatsiya kand. texn. nauk. Sib. Fed. Un-t «SFU», Krasnoyarsk. S. 170.
11. Gafarov, E.R. (2021) Issledovanie diagrammy obratnogo izlucheniya kvadropol'noj antennoy s vysokeimpedansnym ekranom bol'shikh lektricheskikh razмеров // Izv. vuzov Rossii. Radioelektronika, T. 24, № 1. S. 6-14.
12. Krylov Yu. V. (2018) Shirokopolosnyye chastotnopolyarizacionnyye selektivnyye ustrojstva antenn kosmicheskikh: dissertatsiya kand. texn. nauk. Sib. Fed. Un-t «SFU», Krasnoyarsk. S. 140.

УДК 656

DOI: 10.34046/aumsuomt.103/1

О ПРОБЛЕМЕ И ЗАДАЧАХ АВТОМАТИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА В СППР БЕЗОПАСНОСТИ СУДОВОЖДЕНИЯ

В.В. Астреин, доктор технических наук

С.И. Кондратьев, доктор технических наук

Одной из важнейших задач, решаемых при проектировании СППР Системы безопасности судовождения (СППР БС) является задача обеспечения глобальной безопасности. Одной из составляющих решения данной задачи является использование систем мониторинга, позволяющих получать различные параметры состояния внутренних подсистем судна, состояния окружающей среды и их взаимодействия. С ростом автоматизации внутренних технических систем судна, их функциональной и структурной сложности растет количество параметров, подлежащих оценке в системе мониторинга СППР БС. Особенно это актуально при наличии внутренних или внешних угроз, приводящих систему в аварийное состояние. В настоящей работе на основе декомпозиции глобальной целевой задачи безопасности судовождения и анализа структуры СППР БС ставится задача разработки соответствующей методологии создания автоматического мониторинга в интеллектуальной СППР БС, который по некоторой совокупности датчиков в режиме реального времени позволяет прогнозировать состояние судна с необходимой достоверностью.

Ключевые слова: СППР Системы безопасности судовождения, сложные технические системы, система мониторинга, автоматический мониторинг, результаты мониторинга, параметр, слежение, состояние судна и окружающей среды.

ON THE PROBLEM AND TASKS OF AUTOMATIC MONITORING IN DSS SAFETY NAVIGATION

V. Astrein, S. Kondratiev

One of the most important tasks solved in the design of the DSS of the Navigation Safety System (DSS BS) is the task of ensuring global security. One of the components of the solution to this problem is the use of monitoring systems that allow obtaining various parameters of the state of the internal subsystems of the vessel, the state of the environment and their interaction. With the growth of automation of internal technical systems,

their functional and structural complexity, the number of parameters to be assessed in the monitoring system of the DSS BS increases. This is especially true if there are internal or external threats that lead the system to an emergency state. In this work, based on the decomposition of the global target problem of navigation safety and analysis of the structure of the DSS BS, the task is to develop an appropriate methodology for creating automatic monitoring in the intelligent DSS BS, which, using a set of sensors in real time, allows predicting the state of the ship with the required reliability.

Keywords: the DSS of the Navigation Safety System, complex technical systems, monitoring system, automatic monitoring, monitoring results, parameter, tracking, the state of the vessel and the environment.

С позиций системотехники исследование СППР Системы безопасности судовождения (СППР БС) сводится к задаче проектирования объектной сложной распределенной информационной системы, в которой составная проблемная область является объединением проблемных областей локальных информационных подсистем судна. При исследовании глобальной целевой задачи безопасности судовождения будем использовать *принцип целевой декомпозиции* (рисунок 1).

Тогда элементную структуру СППР БС можно описать состоящей из подсистем, управляемых **локальными** активными элементами (АЭ)

во внутренней структуре судна с последовательным решением следующих задач безопасности:

$$\text{ЗПР}_{\text{СБС}} = \langle \text{ЗПР}_{\text{ВБ}}, \text{ЗПР}_{\text{НБП}}, \text{ЗПР}_{\text{ПСС1}}, \text{ЗПР}_{\text{ПСС2}} \rangle, \quad (1)$$

где $\text{ЗПР}_{\text{СБС}}$ – глобальная (общая) задача Системы безопасности судовождения,

$\text{ЗПР}_{\text{ВБ}}$ – задача обеспечения безопасности подсистем внутренней структуры судна,

$\text{ЗПР}_{\text{НБП}}$ – задача обеспечения навигационной безопасности судна,

$\text{ЗПР}_{\text{ПСС1}}$ – задача предупреждения столкновений судов с одним судном,

$\text{ЗПР}_{\text{ПСС2}}$ – задача предупреждения столкновений группы судов.

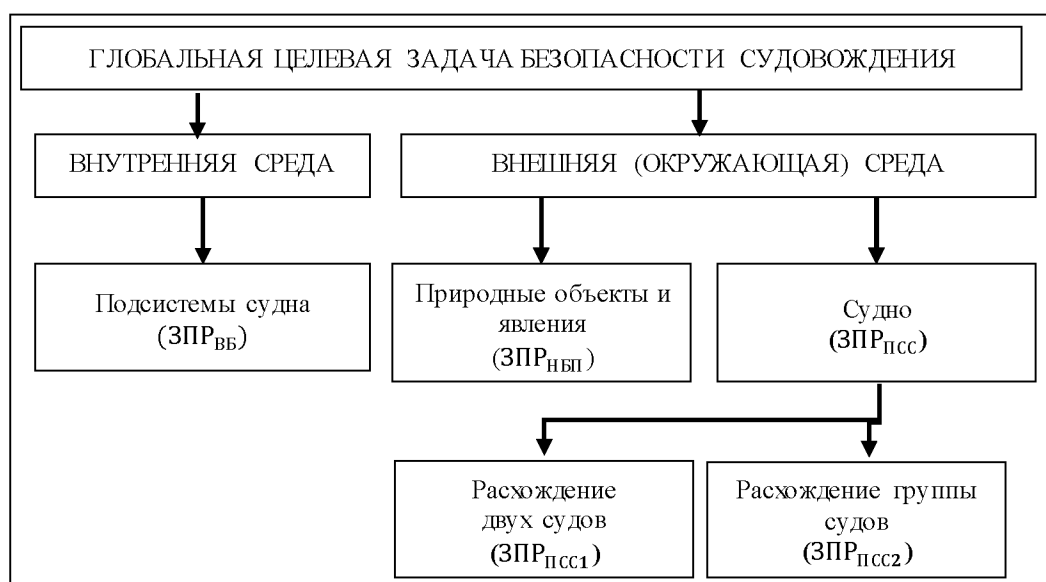


Рисунок 1 – Декомпозиция глобальной целевой задачи безопасности судовождения

Для того чтобы охватить весь комплекс задач обеспечения безопасности (1) в помощь судоводителю в работе [1] предложено строить интеллектуальную СППР БС, предназначенную для проведения «совместных совещаний» по выработке решения различных управленческих задач (проблем, ситуаций) с применением автоматизированных и инструментальных средств комплексного анализа и многовариантного сценарного и целевого прогнозирования $\text{ЗПР}_{\text{СБС}}$. Фрагмент структуры СППР БС в виде **IDEFO**-модели, которая графически, с помощью блоков, стрелок и их соединений, отображает информацию о системе, показан на рисунке 2.

Одним из основных функциональных блоков СППРБС является **Система мониторинга**, предназначенная для осуществления сбора данных, упорядочения, компьютерной обработки и анализа данных ситуации. В Систему мониторинга входит комплекс необходимых технических средств для производства сбора данных и их обработки; анализа обстановки (ситуаций); обеспечения постоянного обмена информацией; осуществлении компьютерного анализа возможных последствий принимаемых решений [4, 5].

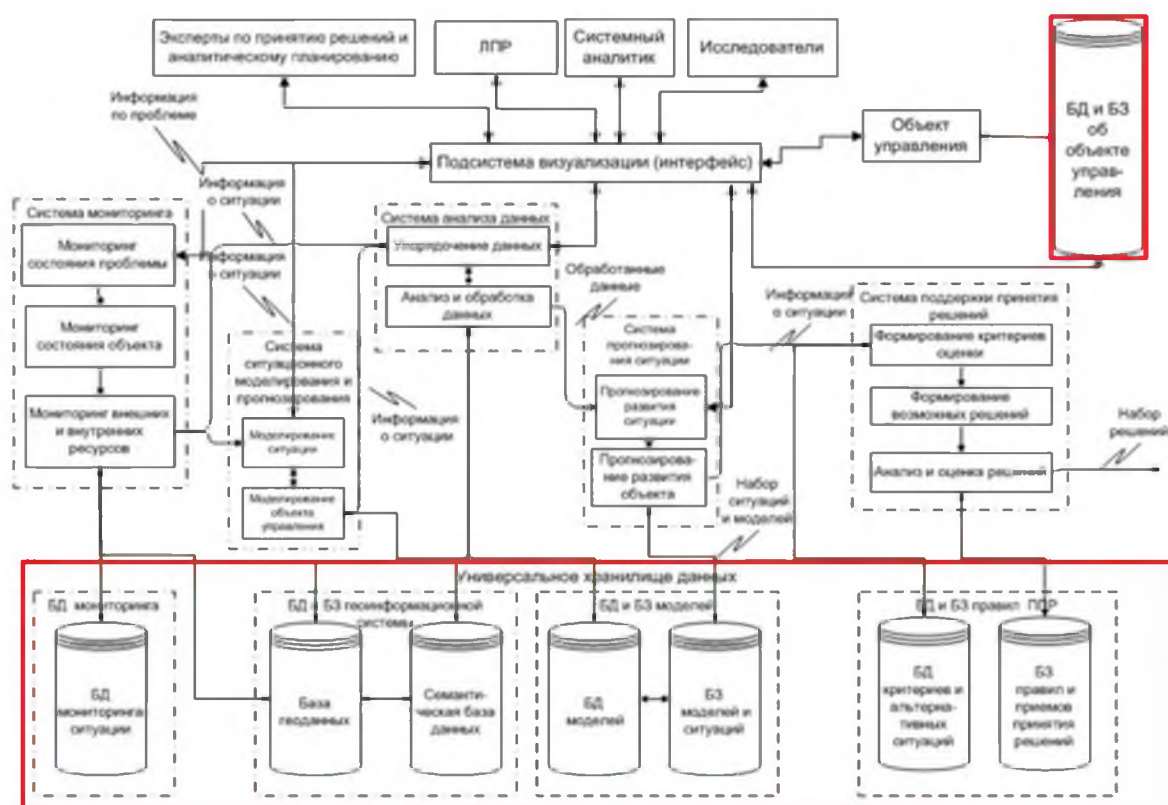


Рисунок 2 – Фрагмент СППР БС в виде IDEF0-модели

Это означает, что **мониторинг**, выполняемый техническими средствами судовождения в СППР БС с постоянным наблюдением, оценкой и прогнозом состояния судна должен отражать непрерывную последовательность опасных и безопасных состояний судна. Полученные данные становятся основой для выработки рациональных решений по переводу судна из опасного в безопасное состояние. Именно это и является настоящим результатом и конечной **целью мониторинга** в СППР БС. В процессе мониторинга важно не только выявлять и распознавать существующие факторы, но и сопоставлять их величину применительно к любым ситуациям в тех или иных «обстоятельствах и условиях плавания». **Выявление, распознавание и сопоставление** величин факторов является главнейшей **характеристикой мониторинга**.

Набор факторов для оценки ситуации должен соответствовать строго определённым **критериям**, по которым производится оценка опасностей по состояниям судна. Для количественной оценки текущего состояния судна и обеспечения безопасности плавания необходима **система показателей**, объективно отражающих ситуацию. Проблемно-ориентированные показатели подсистем судна должны удовлетворять поставленным аналитическим задачам мониторинга и отражать

показатели безопасности подсистем. На основе показателей безопасности n – подсистем рассчитываются интегральные критерии, которые не могут быть специально заранее разработаны [6].

В рассматриваемом контексте мониторинг ситуации – это типичный пример действий, когда нужно выявить «опасность или опасности» по показаниям датчиков подсистем судна в соответствии с существующим порядком и осуществить последовательный контроль комплекса всех задач безопасности по формуле (1) **в режиме реального времени**, т.е. в режиме обработки данных, при котором обеспечивается взаимодействие вычислительной системы с внешними по отношению к ней процессами в темпе, соизмеримым со скоростью протекания этих процессов.

В режиме мониторинга в памяти ЭВМ находится несколько программ, которые циклично выполняются между переходами от одной задачи к другой в зависимости от ситуации, складывающейся в системе:

→ ЗПР_{ВБ} → ЗПР_{НБП} → ЗПР_{ПСС1} → ЗПР_{ПСС2} →. (2)

Исходя из постановки проблемы становится ясным, что судоводитель может не справиться с обработкой огромного количества сенсорной информации в быстроразвивающейся ситуации, поэтому **мониторинг** в СППР БС должен

производиться автоматическими системами, полностью исключая человека-оператора. Отсюда ставится задача разработки соответствующей **методологии** создания **автоматического мониторинга в интеллектуальной СППР БС**, который по некоторой совокупности датчиков позволяет прогнозировать состояние судна с необходимой достоверностью. В рассматриваемую **Систему автоматического мониторинга СППР БС (АМСППР БС)** должны входить соответствующие математические методы и формы организации сбора, обработки и передачи информации, позволяющей определять и распознавать опасные и безопасные состояния системы. Для реализации задач АМСППР БС важны высокое качество инструментария, разработка критериев оценивания, индикаторов и показателей, организация измерений, статистической обработки результатов и их адекватная интерпретация.

Представленная структурная схема Блок-системы мониторинга (рисунок 2) позволяет выполнять автоматический мониторинг и включает в себя следующие задачи:

- мониторинг состояния проблемы безопасности;
- мониторинг состояния судна;
- мониторинг внутренних и внешних ресурсов судна.

Проблемный мониторинг нацелен на выяснение закономерностей, процессов, опасностей, которые важны с точки зрения управления внутренней и внешней безопасностью судна. Проблемный мониторинг может носить как локальный характер, посвященный одной задаче или одной проблеме, так и выявление, и оценку новых опасностей, часть из которых может носить глобальный характер.

Мониторинг состояния судна. Для того чтобы функционирование системы мониторинга СППР БС во внутренней и внешней среде соответствовало поставленным задачам по формуле (1), в процессе ее создания должны быть определены ключевые блоки:

- комплекс показателей, обеспечивающих целостное представление о внутренней и внешней среде;
- способы получения информации, то есть инструменты ее сбора и обработки;
- программные средства обеспечения мониторинга;
- форма наглядного представления результатов мониторинга;
- способ совместимости мониторинга и методов анализа информации.

Получение и подготовка информации о внутренней и внешней среде должны осуществляться с помощью современных технических и компьютерных средств судовождения для тождественного преобразования и распространения информации. **Подсистема показателей** о внутренней и внешней среде должна включать:

- параметры для постоянного анализа каждого из факторов внутренней и внешней среды;
- значения показателей и их интерпретация;
- определение значения латентных изменений внутренней и внешней среды;
- значения показателей для прогнозирования возможных событий;
- корреляционные зависимости формирования каждого из факторов под воздействием других, выявление закономерностей и их взаимовлияния в процессе воздействия внутренней и(или) внешней среды.

Способы получения информации. СППР БС представляет собой распределенную информационную систему. В ее состав входят следующие основные информационные подсистемы:

- система взаимообмена информацией между судами;
- подсистема восприятия информации;
- подсистема планирования движения;
- навигационная подсистема;
- исполнительная подсистема;
- аварийная подсистема.

В контексте **наглядного представления результатов** АМСППР БС, мониторинг подготавливает основу для сопоставления данных и выбора целей, тем самым приобретая особую актуальность, убедительность и достоверность. Специфической функцией представления результатов мониторинга является то, что он сочетается с наглядными способами представления знания в виде визуализации ситуаций, графиков, таблиц, рисунков и т. д. В соответствии с разным комплексом решаемых задач СППР БС целесообразно отражать задачи безопасности внутренней структуры судна, навигационные задачи и задачи предупреждения столкновений судов - на различных мониторах[3]. *Визуализация внутренней структуры состояния судна* должна осуществляться на базе графических средств диалога для контроля состояния внутренних систем судна графическими поясняющими средствами на основе аналогии (сопоставление сценариев), графическими средствами перемещения по системе в виде

рисунков предметов и понятий. Визуализация задач предупреждения столкновений судов должна использовать данные из разнородных технических средств судовождения (ТСС) с интеграцией данных Географической информационной системы (ГИС) и соответствующих средств обработки больших данных. Эта особенность используется главным образом для представления результатов мониторинга и нередко оказывается более впечатляющим и красноречивым свидетельством итогов, чем текст, таблица или график. По уровню реалистичности представления мониторинга возможна когнитивная (нереалистичная) визуализация траекторий расхождения судов на мониторе ГИС. Когнитивная визуализация приведет к схематичному и образному виду для лучшего восприятия и понимания процессов предупреждения столкновений судов.

Без **прогнозирующей системы мониторинга** [7] СППР БС может вырабатывать решения только в отношении уже наступивших последствий события. Это неминуемо будет приводить к запоздалым, несвоевременным действиям и как к результату авариям или инцидентам. При наличии прогнозной системы мониторинга, СППР БС может предпринять соответствующие меры для избежания опасности столкновения судов, посадки на мель и т.д. В структурную схему блока мониторинга СППР БС входят: блоки прогнозирования, развития ситуации, БЗ и БД моделей ситуаций. Наличие прогностической функции является одной из существенных характеристик СППР БС, позволяющей решить следующие задачи:

- определение нежелательных тенденций в развитии текущей ситуации;
- оценка последствий применения управляющих воздействий, выработанных блоком принятия решений. Основная задача модели прогнозирования заключается в том, что она должна обладать такими свойствами, которых достаточно для слежения за реальным процессом при переходах состояния судна из опасного в безопасное с заданной точностью.

Исходя из представленного описания задачи автоматического мониторинга в СППР БС, в данной статье была предложена практика использования мониторинга в качестве методологии, которая даёт основание для вывода о том, что рассмотрение мониторинга исключительно как способа отслеживания и сбора информации является упрощенной [2]. Измерения существуют не сами по себе, а используются в качестве основы для выработки решений, включая экспертные оценки и

рассуждения. Этот факт предопределяет появление актуальной научно-технической задачи - создание комплекса автоматических систем мониторинга путем анализа не только сенсорных данных и интерпретации полученной информации на основе измерений и нормативных оценок, но и структуризацию, накопление в базе данных (БД) мониторинга и распространение информации в системах моделирования и прогнозирования.

Литература

1. Симанков, В.С. Основные методологические аспекты организации и функционирования систем поддержки принятия решений безопасности судовождения. / В.С. Симанков, В.В. Астреин // Эксплуатация морского транспорта. – 2016. – № 2(79).
2. Фарман, И.П. Мониторинг как метод исследования и представления знания/ И.П. Фарман // Журнальный клуб Интелпрос «Философия науки». – 2012. – №17.
3. Кондратьев С.И., Астреин В.В., Боран-Кешипян А.Л. Методика рефлексивной оценки эффективности и СППР безопасности судовождения в условиях переходного периода//Морские интеллектуальные технологии. – 2018. – № 3-1 (41). – С. 156-161.
4. Кондратьев С.И. Синтез программных траекторий методом динамического программирования [Текст] / С.И. Кондратьев // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия: Технические науки. – 2003. – № S6. – С. 41-43.
5. Боран-Кешипян А.Л., Астреин В.В., Кондратьев С.И. Формализация общей стратегии принятия решений для достижения комплексной безопасности судна// Морские интеллектуальные технологии. – 2019. – № 1-2 (43). – С. 127-131.
6. Кондратьев С.И. Синтез программных траекторий методом динамического программирования //Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия: Технические науки. – 2003. – № S6. – С. 41-43.
7. Astrein V.V., Kondratyev S.I., Boran-Keshishyan A.L. Selection of optimal forecasting models in the navigation safety decision support system// Journal of Physics: Conference Series. Ser. "International Conference on Actual Issues of Mechanical Engineering, AIME 2021" 2021. С. 012104.

References

1. Simankov, V.S. Osnovnye metodologicheskie aspekty organizatsii i funkcionirovaniya sistem podderzhki prinyatiya reshenij bezopasnosti sudovozhdeniya. / V.S. Simankov, V.V. Astrein // Eksplyuatsiya morskogo transporta № 2(79), Novorossiysk, RIO GMU im. adm. F. F. Ushakova, 2016.

2. Farman, I.P. Monitoring kak metod issledovaniya i predstavleniya znaniya / I.P. Farman // Zhurnal'nyj klub Intelros «Filosofiya nauki» №17, 2012
3. Kondrat'ev S.I., Astrein V.V., Boran-Keshish'yan A.L. Metodika refleksivnoj ocenki effektivnosti ISPPR bezopasnosti sudovozhdeniya v usloviyah perekhodnogo perioda // Morskie intellektual'nye tekhnologii. 2018. № 3-1 (41). S. 156-161.
4. Kondrat'ev S.I. Sintez programmyh traektorij metodom dinamicheskogo programmirovaniya [Tekst] / S.I. Kondrat'ev // Izvestiya vysshih uchebnyh zavedenij. Severo-Kavkazskij region. Seriya: Tekhnicheskie nauki. 2003. №86. S. 41-43.
5. Boran-Keshish'yan A.L., Astrein V.V., Kondrat'ev S.I. Formalizatsiya obshchej strategii prinyatiya reshenij dlya dostizheniya kompleksnoj bezopasnosti sudna // Morskie intellektual'nye tekhnologii. 2019. № 1-2 (43). S. 127-131.
6. Kondrat'ev S.I. Sintez programmyh traektorij metodom dinamicheskogo programmirovaniya / Izvestiya vysshih uchebnyh zavedenij. Severo-Kavkazskij region. Seriya: Tekhnicheskie nauki. 2003. №86. S. 41-43.
7. Astrein V.V., Kondrat'ev S.I., Boran-Keshish'yan A.L. SELECTION OF OPTIMAL FORECASTING MODELS IN THE NAVIGATION SAFETY DECISION SUPPORT SYSTEM // Journal of Physics: Conference Series. Ser. "International Conference on Actual Issues of Mechanical Engineering, AIME 2021" 2021. S. 012104.

УДК 656.61: 621.37

DOI: 10.34046/aumsuomt 103/2

К ВОПРОСУ МОДЕЛИРОВАНИЯ ОБЛАЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ Е-НАВИГАЦИИ

Н.П. Арделянов, аспирант кафедры «Судовождение»

В статье «К вопросу моделирования облачных технологий в Е-Навигации» приведены перспективы внедрения телекоммуникационных технологий в морской отрасли в концепции е-Навигации.

Проанализирован процесс обмена массивами данных большого объема между блоками инфраструктуры е-Навигации, что позволяет рассматривать ее с технической точки зрения как целостную информационную среду.

В результате рассмотрены инструменты облачных технологий как перспектива развития отрасли. Приведены ряд пилотных проектов в области безэкипажного судовождения.

Ключевые слова: е-Навигация, безэкипажное судовождение, Интернет Вещей, технология блокчейн, управление флотом, облачные технологии.

ON THE SUBJECT OF MODELING CLOUD TECHNOLOGIES IN E-NAVIGATION

N. Ardelyanov

The article "On the subject of modeling cloud technologies in e-Navigation" presents the prospects for the introduction of telecommunications technologies in the maritime industry in the concept of e-Navigation.

The process of exchanging large amounts of data between the blocks of the e-Navigation infrastructure is analyzed, which makes it possible to consider it from a technical point of view as an integral information environment.

As a result, the tools of cloud technologies are considered as a prospect for the development of the industry. A number of pilot projects in the field of unmanned navigation are presented.

Keywords: E-navigation, unmanned navigation, Internet of Things, blockchain technology, fleet management, cloud computing.

Внедрение телекоммуникационных технологий в различные отрасли промышленности является ключевым фактором их развития. В наше время онлайн передача больших объемов информации—это одно из обязательных условий развития и функционирования современных секторов экономики. Область морского и речного транспорта не является исключением, хотя ранее она не считалась перспективной в плане применения инноваций. Препятствием внедрению информационных технологий в морской отрасли являлось

слабое развитие соответствующей инфраструктуры. Однако современные изменения в области морских коммуникаций, связанные непосредственно с развитием е-Навигации, открывают дорогу для применения перспективных информационных технологий, одной из которых являются облачные технологии.

Применение облачных технологий на речном и морском транспорте объединит все элементы отрасли (от множества морских подвижных объектов и морских портов до национальных