

Совершенствование информационной технологии автоматизации мониторинга технической готовности кораблей Военно-Морского Флота

М.И. Елецкий ¹✉, А.Ф. Зальмарсон ¹, А.А. Захарьев ²

¹ НИИ ОСИС ВМФ ВУНЦ ВМФ «Военно-морская академия», г. Санкт-Петербург, 197045, Россия

² НПО «Марс», г. Ульяновск, 432022, Россия

Ссылка для цитирования

Елецкий М.И., Зальмарсон А.Ф., Захарьев А.А. Совершенствование информационной технологии автоматизации мониторинга технической готовности кораблей Военно-Морского Флота // Программные продукты и системы. 2024. Т. 37. № 4. С. 585–591. doi: 10.15827/0236-235X.148.585-591

Информация о статье

Группа специальностей ВАК: 2.3.1, 2.3.7

Поступила в редакцию: 08.04.2024

После доработки: 03.06.2024

Принята к публикации: 10.06.2024

Аннотация. Статья посвящена актуальной проблеме повышения уровня автоматизации, оперативности и качества решения функциональных задач мониторинга технической готовности кораблей за счет разработки компонентов информационной технологии. Для их реализации необходима математическая постановка задачи, основанная на методах логико-лингвистического моделирования. Потребность в совершенствовании информационной технологии автоматизации мониторинга технической готовности кораблей тесно связана с решением ряда теоретических и практических вопросов. Анализ существующей информационной технологии показал, что выделенные авторами этапы обработки информации по технической готовности кораблей являются весьма трудоемкими, а их качественное выполнение требует сохранения и анализа больших массивов информации. Однако реализованная в настоящее время в АСУ информационная технология представлена фрагментарно и несистемно. В то же время неавтоматизированная технология не обеспечивает полную и качественную реализацию всех выделенных в ходе исследований этапов обработки информации. Для решения данных проблем требуется разработка компонентов информационной технологии, обеспечивающих комплексную автоматизацию мониторинга технической готовности кораблей. Реализация указанных требований предусматривает, прежде всего, разработку формальной математической модели, адекватно и полно отображающей компоненты информационной технологии, семантические и прагматические свойства объектов мониторинга. Предложенный авторами подход на практике должен обеспечить создание из информационного ресурса качественного информационного продукта, удовлетворяющего требованиям оператора (пользователя).

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

Введение. Эффективное управление *технической готовностью* (ТГ) кораблей требует постоянного мониторинга различных систем и оборудования, своевременного обнаружения и предотвращения неисправностей, а также оперативного устранения возникших проблем [1].

Мониторинг – важный элемент управленческой деятельности, который позволяет контролировать процессы и результаты выполнения задач [2].

Вопросы совершенствования автоматизации управления силами флота, в частности *мониторинга технической готовности* (МТГ) кораблей, находятся в центре внимания руководства ВМФ. Данный факт подтверждается актуальными задачами органов военного управления ВМФ и основными приоритетами научно-технического и информационного обеспечения АСУ ВМФ [3].

Недостаточная автоматизация процесса мониторинга может привести к задержкам в об-

служивании кораблей, к увеличению расходов на ремонт и техническое обслуживание.

Для повышения эффективности МТГ кораблей необходимо разработать компоненты *информационной технологии* (ИТ) [4], позволяющие комплексно автоматизировать процессы сбора, обработки, анализа и визуализации данных о состоянии кораблей как сложных информационных объектов.

Развитие современных ИТ в области автоматизации МТГ кораблей позволит улучшить оперативность принятия решений, снизить риск возникновения критических (аварийных) ситуаций.

Анализ публикаций (например, [5–7]) позволил сделать вывод о том, что вопросы комплексной автоматизации МТГ кораблей в основном рассматриваются только с точки зрения автоматизации отдельных его процессов, в частности, вопросов учета информации по ТГ. В то время как содержательной семантической

обработке информации по ТГ кораблей значительного внимания не уделяется. Проведенные работы системно проработаны, но не в полной мере учитывают современные возможности и тенденции развития ИТ.

Одним из основных источников мониторинга являются донесения от кораблей. Постоянный МТГ кораблей преследует решение взаимосвязанных задач:

- проверка целостности и актуальности информации по ТГ;
- контроль соблюдения нормативных требований к параметрам ТГ;
- определение состава мероприятий по приведению параметров ТГ к нормативному значению.

Решение данных задач представляет собой фрагментарное использование возможностей существующей ИТ, позволяющей автоматизировать лишь отдельные процессы, что не обеспечивает возможность комплексной автоматизации МТГ кораблей [3].

Причиной такого положения является нехватка новых методов обработки информации, обеспечивающих комплексное решение задач, и выполнение последовательных и взаимосвязанных технологических процедур МТГ кораблей. Потребность в этом вызвана противоречием между необходимостью принятия решений в возможно более короткие сроки и увеличением сложности, объема и динамичности информационных потоков, требующих большого времени на их обработку.

Состояние информатизации в ВМФ рассмотрено авторами на основе анализа и сравнения с позициями государств-лидеров в контексте текущих достигнутых результатов в области применения ИТ [8, 9]. Так, США и Китай активно внедряют новейшие технологии в военную сферу (искусственный интеллект, кибербезопасность, кибервоенное дело, квантовые вычисления и др.). Кроме того, они активно разрабатывают системы управления информационными потоками, а также военной связью, сетевой инфраструктурой, цифровыми платформами для принятия оперативных решений и проч.

В целом информатизация в военной сфере играет ключевую роль в обеспечении безопасности и защите интересов государства. Поэтому развитие и внедрение новейших технологий и информационных систем военного назначения является приоритетной задачей для всех стран, стремящихся к укреплению своей обороноспособности [10].

Информационное обследование объектов автоматизации ОВУ ВМФ показало следующее.

1. Средства автоматизации отображают большой объем исходных данных по ТГ кораблей без их анализа.

2. Существующие технологии не обеспечивают учет и анализ большого количества нормативных требований к параметрам ТГ кораблей, изложенных в многочисленных руководящих документах.

3. Разработано достаточно много автономных задач, связанных с формированием и контролем выполнения различных планов, в то же время единая технология автоматизации МТГ кораблей не создана.

Результаты анализа существующей технологии мониторинга обусловили решение задачи разработки компонентов ИТ, обеспечивающих комплексную автоматизацию единой технологической цепочки обработки информации по ТГ кораблей. Реализация требований предусматривает прежде всего разработку формальной математической модели, адекватно и полно отображающей компоненты ИТ, семантические и прагматические свойства объектов МТГ.

Представим основные свойства объектов мониторинга.

1. Связи между отдельными параметрами ТГ, а также между параметрами и сведениями о нормативах, обобщенных и статистических показателях выражаются не количественно, а задаются с помощью лингвистических и теоретико-множественных отношений.

2. Все сведения по ТГ могут быть сообщены в виде некоторой совокупности фраз на естественном языке.

3. Сведения о методах обработки информации могут быть сообщены в виде некоторой совокупности правил, описанных фразами на естественном языке.

4. Количество параметров ТГ и их возможных значений велико, в то же время число условий активизации правил обработки информации и количество самих правил невелико и конечно.

5. Невелико и конечно количество результатов обработки информации.

6. Большинство правил обработки информации носит ситуационный характер, то есть условия их активизации определяются текущим состоянием объектов анализа (текущими значениями параметров ТГ).

Для формализации подобных объектов используются *логико-лингвистические модели* (ЛЛМ), которые активно применяются в тео-

рии и практике системного анализа, они способны качественно описывать и изучать процессы, системы и явления [11]. Данные модели характеризуются использованием логических средств обработки информации для анализа данных, представленных в лингвистическом виде. Они позволяют формализовать содержательные знания об объектах управления и связанных с ними методах обработки информации.

Главным достоинством ЛЛМ следует принять большие возможности используемых языковых средств расчетов по формализации реальных ситуаций по сравнению с традиционными математическими языками.

Отметим, что ИТ, применяющую ЛЛМ, характеризуют следующие принципиальные особенности:

- представление как декларативных, так и процедурных знаний с помощью специальных формализмов (ЛЛМ) в электронном виде для более эффективного решения задач с помощью средств автоматизации;

- понятийный характер используемой информации;

- прямой доступ конечных пользователей к средствам автоматизации в диалоговом режиме за счет образования интеллектуального интерфейса, при этом взаимодействие происходит на профессиональном языке пользователя;

- адаптация и гибкость по отношению к задачам проблемной области.

Четкая технологическая схема разработки ЛЛМ отсутствует, так как она всегда ориентирована на конкретную предметную область.

Однако комплексный анализ методологических и прикладных аспектов решения проблемы разработки ЛЛМ предполагает исследование и разработку двух взаимосвязанных типовых вопросов, вместе с тем имеющих самостоятельное научное и практическое значение [11], а именно: системы знаний об объектах и методах обработки информации, а также способов, технологии и организации программной реализации, полученной ЛЛМ.

Опираясь на определения ЛЛМ, математическую постановку задачи совершенствования ИТ автоматизации МТГ кораблей можно свести к разработке формальной модели (M) следующего вида:

$$M = \langle T, I, P \rangle, \quad (1)$$

где T – система понятий и терминов процесса МТГ кораблей, используемых при конструировании правил и моделировании предметной области; I – информационная модель процесса

мониторинга, фиксирующая закономерности и семантический связи объектов, понятий и терминов предметной области; P – система правил-продукций обработки информации, непосредственно реализующая необходимые компоненты ИТ автоматизации МТГ кораблей.

Важнейшая проблема построения ЛЛМ заключается в разработке множества базовых понятий, или лексики ЛЛМ, позволяющей создать информационную модель и модель знаний (в виде совокупности правил обработки информации) с необходимой для практики детализацией и допускающей общение с пользователем путем однозначного понимания всех используемых лексических единиц.

Информационная модель МТГ кораблей

Результатом изучения ЛЛМ стала разработка информационной модели МТГ кораблей. Такая информационная модель (обозначим ее I) – это формализованная по определенным правилам совокупность всех сведений о составе, структуре и взаимосвязях следующих элементов модели:

$$I = \langle K, T, P, N, O \rangle, \quad (2)$$

где K – классификаторы (словари) процесса мониторинга – систематизированный перечень наименований объектов, каждому из которых в соответствие дан уникальный код, предназначенный для упрощения работы по сбору информации и систематизации данных, а также для указания кодов в различных унифицированных документах; T – параметры текущего состояния ТГ (техническое состояние корабля; сроки проведения мероприятий по поддержанию ТГ корабля, его систем, оружия и вооружения; состояние и сроки замеров физических полей корабля; запасы материально-технических средств; допуск корабля к выполнению отдельных мероприятий); P – формальные данные из текущих и годовых планов по установленным формам; N – нормативно-справочная информация; O – обобщенные показатели ТГ кораблей.

Такая модель должна отображать исходное представление об объектах и результатах обработки информации в ходе мониторинга. Для информационного моделирования используются различные средства [12, 13], определяющие правила структурирования данных и позволяющие реализовать их интерпретацию в соответствии с определенными требованиями, например, для данного случая:

– обеспечение возможности достаточно легкого отображения разработанной информационной модели в логическую структуру БД с помощью современных, перспективных систем управления БД как реляционного, так и нереляционного типа;

– максимальное отображение семантики проблемной области.

Информационная модель в каждый момент времени принимает вполне определенный вид, обусловленный следующими показателями.

1. Действующими множествами значений объектов, понятий и терминов предметной области – $S1(t)$, то есть $K \Rightarrow S1(t)$.

2. Текущими значениями параметров ТГ – $S2(t)$, то есть $T \Rightarrow S2(t)$.

3. Формальными данными из текущих и годовых планов – $S3(t)$, то есть $P \Rightarrow S3(t)$.

4. Нормативно-справочной информацией – $S4(t)$, то есть $N \Rightarrow S4(t)$.

5. Рассчитанными текущими значениями обобщенных показателей ТГ – $S5(t)$, то есть $O \Rightarrow S5(t)$.

Будем называть такую конкретизированную модель текущей ситуацией на объекте мониторинга – $\{S_i(t)\}$ (i есть отличный номер ситуации, связанной с конкретным кораблем).

Каждой ситуации из $\{S_i(t)\}$ может быть предписано одно или несколько правил обработки информации процесса МТГ кораблей. В самом общем виде система таких правил может быть задана системой продукций вида

$$\{P(k)\}: \{S_i(t) \Rightarrow Q_j; F\}, \quad (3)$$

где $P(k)$ – имя продукции, с помощью которой данная продукция выделяется из всего множества продукций (в качестве имени может выступать некоторая лексема, отражающая суть данной продукции или порядковый номер продукции в их множестве); $S_i(t)$ – текущая ситуация на объекте мониторинга в момент времени t ; Q_j – конкретное правило обработки информации, которое должно быть активизировано при возникновении ситуации $S_i(t)$; F – постусловия продукции (актуализируются после реализации действия).

Постусловия продукции описывают действия и процедуры (продукции), которые необходимо выполнить после реализации Q_j .

Непосредственно активизируемые в правилах действия по обработке информации $\{Q_j\}$ чаще всего представляются посредством элементарных арифметических, логических и теоретико-множественных выражений над отдельными элементами информационной модели.

Основное предназначение информационной модели – формирование и сохранение в БД АСУ ситуаций, каждой из которой соответствует одно или несколько правил обработки информации, а также сведений о результатах обработки информации по технической готовности в результате выполнения $\{Q_j\}$.

Реализация информационной модели МТГ кораблей обеспечивается за счет системы правил-продукций.

Система правил-продукций обработки информации по ТГ кораблей

Данная система правил (P) должна включать правила трех видов:

$$P = \langle P1, P2, P3 \rangle, \quad (4)$$

где $P1$ – правила проверки целостности и актуальности информации по ТГ кораблей: $P1: \{S1_i(t) \Rightarrow Q1_j\}$; $P2$ – правила контроля выполнения нормативных требований к параметрам ТГ кораблей, обеспечивающие формализацию нормативных требований, интерпретацию текущего состояния: $P2: \{S2_i(t) \Rightarrow Q2_j\}$; $P3$ – правила формирования суммарных показателей ТГ кораблей: $P3: \{(S3_i(t)) \Rightarrow Q3_j\}$.

При этом действия по обработке информации, специфицированные в правилах, должны обеспечивать формирование текущей ситуации на объекте мониторинга в момент времени t .

Такой метод, основанный на введении понятий ситуации, классификации ситуации и их преобразовании, называется методом ситуационного управления [14]. Формализация правил в виде системы продукций обладает рядом свойств, делающих их весьма удобным средством описания методов обработки информации и их программной реализации.

В результате математическую постановку задачи на разработку компонентов ИТ автоматизации МТГ кораблей можно представить в графическом виде (см. рисунок).

Формирование правил в виде продукций является наиболее популярным средством представления знаний в информационных системах [12]. Продукционная модель, с одной стороны, близка к логической, фреймовой, сетевой моделям, что позволяет организовать на них эффективные процедуры вывода, а с другой, лучше сформировать и структурировать знания, делая их более доступными и понятными для пользователей.

Важно отметить, что эффективность таких продукций зависит от умения правильно структурировать информацию.



Заключение

В статье приведена разработанная авторами математическая постановка задачи совершенствования ИТ автоматизации МТГ кораблей ВМФ России, которая сводится к разработке

формальной модели. Реализация модели позволит обеспечить на качественно новом уровне информационную поддержку деятельности операторов органов военного управления в части управления и поддержания ТГ сил флота на заданном уровне.

Список литературы

1. Мухитов Э.И., Бабошин В.А., Колесников А.В., Кузнецов А.В. Автоматизация управления техническим обеспечением флота на основе использования трансдисциплинарной интеграции в логических информационно-интеллектуальных системах поддержки принятия решений // Автоматизация процессов управления. 2023. № 1. С. 4–14. doi: 10.35752/1991-2927_2023_1_71_4.
2. Цельковских А.А., Мосентз Т.А., Дубовский В.А. Концептуальная модель подсистемы мониторинга технического состояния в структуре управления полным жизненным циклом вооружения, военной и специальной техники // Вооружение и экономика. 2019. № 2. С. 36–42.
3. Елецкий М.И., Зальмарсон А.Ф. Возможности цифровых технологий проведения мониторинга технической готовности сил флота // Технологии. Инновации. Связь: матер. науч.-практич. конф. 2023. С. 267–274.
4. Елецкий М.И., Зальмарсон А.Ф. Решение задач мониторинга технической готовности кораблей Военно-Морского Флота с использованием современных компьютерных технологий // Проблемы технического обеспечения войск в современных условиях: сб. тр. по матер. науч.-практич. конф. 2022. С. 294–299.
5. Алексеев А.В., Ушакова Н.П., Смольников А.В., Сус Г.Н. Когнитивные технологии системы поддержки принятия решений и управления борьбой за живучесть корабля, судна // Системы управления и обработки информации. 2019. № 3. С. 18–27.
6. Алексеев А.В., Куприянов Д.О. Автоматизированная система оценки готовности корабля к выходу в море в составе тактической группы // Актуальные проблемы профессиональной подготовки командиров кораблей и специалистов ВМФ. Применение сил и средств ВМФ в Арктике: матер. XVI науч.-практич. конф. 2022. С. 13–21.

7. Алексеев А.В. Модель инвариантной оценки качества и эффективности объектов морской техники // Морские интеллектуальные технологии. 2020. Т. 2. № 2. С. 53–60. doi: 10.37220/MIT.2020.48.2.026.
8. Helfrich E. Managing the military's big data challenge. *Military Embedded Systems*, 2020. URL: <https://militaryembedded.com/ai/big-data/managing-the-militarys-big-data-challenge> (дата обращения: 20.03.2024).
9. Whitney J. SWaP considerations for today's rugged computers. *Military & Aerospace Electronics*, 2019, vol. 30, no. 1. URL: <https://www.militaryaerospace.com/computers/article/16709683/swap-considerations-for-todays-rugged-computers> (дата обращения: 20.03.2024).
10. Алексеев П.Н. Проблемы и перспективы применения информационных технологий в деятельности органов военного управления // Военная мысль. 2021. № 11. С. 69–79.
11. Тарасов В.Б. Проблема понимания: настоящее и будущее искусственного интеллекта. Открытые семантические технологии проектирования интеллектуальных систем // OSTIS: матер. Междунар. науч.-технич. конф. 2015. С. 25–42.
12. Аксенова Е.И. Экспертный обзор развития технологий искусственного интеллекта в России и мире. Выбор приоритетных направлений развития искусственного интеллекта в России. М.: изд-во ГБУ «НИИОЗММ ДЗМ», 2019. 38 с.
13. Егоров Д.П., Зальмарсон А.Ф., Блынских Ю.С. Научно-методический подход к оценке информационных технологий в интересах их использования в перспективных автоматизированных системах управления // Состояние и перспективы развития современной науки по направлению «АСУ, информационно-телекоммуникационные системы»: сб. статей конф. 2021. Т. 1. С. 24–33.
14. Тарасов В.Б. Искусственный интеллект: от прошлого к будущему. О жизненном пути и научном наследии профессора Д. А. Поспелова // OSTIS: матер. Междунар. науч.-технич. конф. 2020. № 2. С. 12–42. doi: 10.14357/20718594200202.

Software & Systems

doi: 10.15827/0236-235X.148.585-591

2024, 37(4), pp. 585–591

Improving the information technology for automating Navy ships technical readiness monitoring

Mikhail I. Yeletsky ¹✉, Andrey F. Zalmarson ¹, Andrey A. Zakhariev ²¹ MESC of the Navy “Naval Academy”, St. Petersburg, 197045, Russian Federation² FRPC JSC “RPA “Mars”, Ulyanovsk, 432022, Russian Federation

For citation

Yeletsky, M.I., Zalmarson, A.F., Zakhariev, A.A. (2024) ‘Improving the information technology for automating Navy ships technical readiness monitoring’, *Software & Systems*, 37(4), pp. 585–591 (in Russ.). doi: 10.15827/0236-235X.148.585-591

Article info

Received: 08.04.2024

After revision: 03.06.2024

Accepted: 10.06.2024

Abstract. The article describes the urgent problem of increasing an automation level, efficiency and quality of functional task solution for ships technical readiness monitoring by developing information technology components. This requires a mathematical formulation of the problem based on logic-linguistic modeling methods. The need to improve the information technology for automating the monitoring of ships' technical readiness is related to solving some theoretical and practical issues. The analysis of the existing information technology has shown that the stages of processing information on technical readiness of ships are labor-intensive. Moreover, their qualitative performance requires saving and analyzing large arrays of information. However, the information technology currently implemented in ACS is presented in a fragmentary and non-systematic manner. To this end, a non-automated technology does not provide full and qualitative implementation of all information-processing stages identified during research. The solution of these problems requires the development of information technology components that provide comprehensive automation of ship technical readiness monitoring. The implementation of these requirements provides principally mathematical model development, which adequately and completely reflects the components of information technology, semantic and pragmatic properties of monitoring objects. The proposed approach should ensure creation of a high-quality information product from the information resource that meets operator's requirements.

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

References

1. Mukhitov, E.I., Baboshin, V.A., Kolesnikov, A.V., Kuznetsov, A.V. (2023) ‘Automation of the navy maintenance management based on the transdisciplinary integration in the logistic information and intelligent decision support system’, *Automation of Management Processes*, (1), pp. 4–14 (in Russ.). doi: 10.35752/1991-2927_2023_1_71_4.

2. Tselykovskih, A.A., Mosendz, T.A., Dubovsky, V.A. (2019) 'Conceptual model of the operating condition monitoring subsystem within weapons, military and special equipment full life cycle control system structure', *Armament and Economics*, (2), pp. 36–42 (in Russ.).
3. Yeletsky, M.I., Zalmarson, A.F. (2023) 'Possibilities of digital technologies for monitoring the technical readiness of the fleet forces', *Proc. Sci.-Pract. Conf. Technologies. Innovation. Connection*, pp. 267–274 (in Russ.).
4. Eletsy, M.I., Salmarson, A.F. (2022) 'Solving the tasks of monitoring of technical readiness of ships and vessels of the navy using modern computer technologies', *Proc. Sci-Tech. Conf. Troops Tech. Support Problems in Modern Conditions*, pp. 294–299 (in Russ.).
5. Alekseev, A.V., Ushakova, N.P., Smolnikov, A.V., Sus, G.N. (2019) 'Cognitive technologies for decision support and damage control system of a vessel, ship', *Information Management and Processing Systems*, (3), pp. 18–27 (in Russ.).
6. Alekseev, A.V., Kupriyanov, D.O. (2022) 'Automated system for assessing the readiness of a ship to go to sea as part of a tactical group', *Proc. Conf. Urgent problems in professional training of ship commanders and Navy specialists. Application of Navy Forces and Means in the Arctic*, pp. 13–21 (in Russ.).
7. Alekseev, A.V. (2020) 'Model for invariant assessment of quality and efficiency for research design of marine engineering facilities', *Marine Intelligent Tech.*, 2(2), pp. 53–60 (in Russ.). doi: 10.37220/MIT.2020.48.2.026.
8. Helfrich, E. (2020) 'Managing the military's big data challenge', *Military Embedded Systems*, available at: <https://militaryembedded.com/ai/big-data/managing-the-militarys-big-data-challenge> (accessed March 20, 2024).
9. Whitney, J. (2019) 'SWaP considerations for today's rugged computers', *Military & Aerospace Electronics*, 30(1), available at: <https://www.militaryaerospace.com/computers/article/16709683/swap-considerations-for-todays-rugged-computers> (accessed March 20, 2024).
10. Alekseyev, P.N. (2021) 'Problems and prospects of applying information technologies in military control bodies activity', *Military Thought*, (11), pp. 69–79 (in Russ.).
11. Tarasov, V.B. (2015) 'Problem of understanding: Present and future of artificial Intelligence'. *Proc. Sci.-Pract. Conf. OSTIS*, pp. 25–42 (in Russ.).
12. Aksenova, E.I. (2019) *Expert Review of the Artificial Intelligence Technologies Development in Russia and the World. Selection of Priority Areas for the Artificial Intelligence Development in Russia*. Moscow, 38 p. (in Russ.).
13. Zalmarson, A.F., Egorov, D.P., Blynskikh, Yu.S. (2021) 'Scientific and methodological approach to the assessment of information technologies to use them in prospective automated control systems', *Proc. Conf. State and Prospects of Modern Science Development in the Field "ACS, information-telecommunication systems"*, 1, pp. 24–33 (in Russ.).
14. Tarasov, V.B. (2020) 'Artificial intelligence: from the past to future. life path stages and scientific heritage of prof. Dmitry A. Pospelov', *Proc. Sci.-Pract. Conf. OSTIS*, (2), pp. 12–42 (in Russ.). doi: 10.14357/20718594200202.

Авторы

Елецкий Михаил Игоревич¹,
адъюнкт, m.yeletsky@gmail.com
Зальмарсон Андрей Феликсович¹,
к.в.н., старший научный сотрудник,
zalmar@mail.ru
Захарьев Андрей Александрович², к.т.н.,
ведущий научный сотрудник, andzah@bk.ru

¹ НИИ ОСИС ВМФ ВУНЦ ВМФ «Военно-морская академия», г. Санкт-Петербург, 197045, Россия

² ФНПЦ АО «НПО «Марс», г. Ульяновск, 432022, Россия

Authors

Mikhail I. Yeletsky¹, Adjunct,
m.yeletsky@gmail.com
Andrey F. Zalmarson¹,
Cand. of Sci. (Military Sciences),
Senior Researcher, zalmar@mail.ru
Andrey A. Zakhariev², Cand. of Sci. (Engineering),
Leading Researcher, andzah@bk.ru

¹ MESC of the Navy "Naval Academy",
St. Petersburg, 197045, Russian Federation

² FRPC JSC "RPA "Mars",
Ulyanovsk, 432022, Russian Federation