

DOI: 10.21821/2309-5180-2017-9-3-481-488

## CREATION OF A DECISION SUPPORT SYSTEM FOR THE INTEGRATED SECURITY OF TANKER-GAS CARRIERS

**A. I. Epikhin**

Admiral Ushakov Maritime University, Novorossiysk, Russian Federation

*The article deals with the construction of a decision support system for the crew for the integrated security of tankers involved in the maritime transport of liquefied gases. In this case, it is proposed to use a two-level version of building a decision support system. At the first level - diagnostic - continuous monitoring and processing of the main parameters of each of the ship's technical means that affect the level of safety on the ship. These functions, depending on the types and models of the specific equipment, are realized either using the standard means of self-diagnosis of equipment, or with the use of additional technical solutions. At the second level — analytical — the received diagnostic information is processed in the intellectual analytical system, within which simulation simulations of current processes are performed to identify negative prospects for changing operating parameters and parallel verification of combinations of diagnostic parameters in accordance with analytical algorithms and the accumulated knowledge base allowing At an early stage to identify the development of adverse situations. The Decision Support System is designed to provide comprehensive security for tanker gas carriers, which allows the crew to promptly make a decision in the event of potentially dangerous situations on the tanker, due to a lack of operational knowledge and the crew's inability to handle extreme control. The built decision support system differs from the existing ones in that it allows to control a number of important diagnostic functions and analyze the change of technical parameters with the detection in the early stages of hidden defects and possible malfunctions of ship's technical means, as well as to predict and prevent potentially dangerous situations that may influence To reduce the safety of tanker-gas carriers. As a result of functioning of the built decision support system for the crew of the tanker-gas carrier, specific recommendations are developed and displayed that allow to avoid dangerous and emergency situations beforehand during the transition or during the performance of cargo operations.*

*Keywords: decision-making, ship technical means, emergency situation, safety, tanker-gas carrier, construction of the system.*

**For citation:**

Epikhin, Alexey I. "Creation of a decision support system for the integrated security of tanker-gas carriers." *Vestnik Gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota imeni admiralov S.O. Makarova* 9.3 (2017): 481–488. DOI: 10.21821/2309-5180-2017-9-3-481-488.

**УДК 656.612**

## ПОСТРОЕНИЕ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ДЛЯ КОМПЛЕКСНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ТАНКЕРОВ-ГАЗОВОЗОВ

**А. И. Епихин**

ФГБОУ ВО «ГМУ имени адмирала Ф. Ф. Ушакова»,  
Новороссийск, Российская Федерация

*В статье рассмотрено построение системы поддержки принятия решений экипажем для комплексного обеспечения безопасности танкеров, задействованных в морских перевозках сжиженных газов. При этом предлагается использовать двухуровневый вариант построения системы поддержки принятия решений. На первом уровне — диагностическом — осуществляется непрерывный контроль и обработка основных параметров каждого из судовых технических средств, оказывающих влияние на уровень безопасности на судне. Данные функции, в зависимости от типов и моделей конкретного оборудования, реализуются либо с использованием штатных средств самодиагностики оборудования, либо с применением дополнительных технических решений. На втором уровне — аналитическом — осуществляется обработка полученной диагностической информации в интеллектуальной аналитической*

системе, в рамках которой производится имитационное математическое моделирование текущих процессов с целью выявления негативных перспектив изменения рабочих параметров и параллельная проверка сочетаний диагностических параметров в соответствии с аналитическими алгоритмами и накопленной базой знаний, позволяющая на ранней стадии идентифицировать развитие неблагоприятных ситуаций. Система поддержки принятия решений предназначена для комплексного обеспечения безопасности танкеров-газовозов, которая позволяет экипажу оперативно принять решение в случае возникновения потенциально-опасных ситуаций на танкере, проявляющихся из-за недостатка оперативных знаний и неготовности экипажа к экстремальному управлению. Построенная система поддержки принятия решений отличается от существующих тем, что позволяет контролировать ряд важнейших диагностических функций и анализировать изменение технических параметров с выявлением на ранних стадиях скрытых дефектов и возможных неисправностей судовых технических средств, а также прогнозировать и предотвращать потенциально-опасные ситуации, которые могут оказать влияние на снижение безопасности танкеров-газовозов. В результате функционирования построенной системы поддержки принятия решений для экипажа танкера-газовоза вырабатываются и отображаются конкретные рекомендации, которые позволяют заблаговременно избежать опасных и аварийных ситуаций в процессе перехода или при выполнении грузовых операций.

*Ключевые слова:* принятие решения, судовое техническое средство, аварийная ситуация, безопасность, танкер-газовоз, построение системы.

**Для цитирования:**

Епихин А. И. Построение системы поддержки принятия решений для комплексного обеспечения безопасности танкеров-газовозов / А. И. Епихин // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова. — 2017. — Т. 9. — № 3. — С. 481–488. DOI: 10.21821/2309-5180-2017-9-3-481-488.

---

### **Введение (Introduction)**

В современных условиях проблема обеспечения безопасности системы управления судном связана со скоростью и правильностью принятия решений экипажем при восстановлении работоспособности судна в возникающих чрезвычайных ситуациях. Внедрение информационных технологий и систем поддержки принятия решений (СППР) при существующей автоматизации процессов управления судовыми техническими средствами способствует повышению и обеспечению безопасности. При этом компенсируется недостаток наличия оперативной информации во время поддержки принятия решений экипажем. Наибольшие проблемы при возникновении потенциально опасных ситуаций на танкерах связаны с недостаточной подготовкой (особенно в адаптационный период рейса) всех судовых специалистов, управленческой несогласованностью, недостатком оперативных знаний и неготовностью экипажа к экстремальному управлению [1].

Известные на сегодняшний день прототипы СППР для различных транспортных средств и систем позволяют эффективно решать различные частные задачи, связанные либо с организацией движения, либо с эксплуатацией конкретных технических единиц [2] – [7]. Как правило, СППР являются узкоспециализированными и предназначены для использования на строго определенных моделях и модификациях технических объектов, т. е. определенному танкеру-газовозу, танкеру-химовозу, сухогрузу и другим объектам свойственна индивидуальная СППР.

В научно-прикладной литературе практический интерес представляет исследование авторов работы [8], в котором был сформулирован термин «система информационной поддержки принятия решений». Авторы рассматривают такую информационную систему в качестве многоэтапного алгоритма, представляющего технологический цикл принятия конкретных решений по судовым техническим средствам (СТС). Однако они отмечают, что на момент исследования предпосылки к созданию таких систем еще не сложились, поскольку ни в научных кругах, ни у разработчиков программного обеспечения не существует единого понимания принципов построения, при этом за период времени, прошедший с момента появления понятия «СППР» до сегодняшнего дня, ситуация не претерпела коренных изменений.

Существующие СППР подразделяются на два функциональных класса [1] – [3]:

- системы, помогающие оптимизировать организационные и оперативные параметры (движение морских судов в стесненных условиях, предупреждение столкновений морских судов, движение морских судов в сложной ледовой обстановке и др.);
- системы, выполняющие диагностические функции (эксплуатационная безопасность, контроль режимов работы двигателей и др.).

Целью работы является построение универсальной СППР, предназначенной для использования на танкерах, специализирующихся на перевозке сжиженных газов во время принятия решений экипажем, вне зависимости от типа силовой установки, дедвейта, конструкции грузовой системы, районов плавания и других существенных особенностей судов с комплексным обеспечением безопасности.

### **Методы и материалы (Methods and Materials)**

Современные СТС являются замкнутыми автономными системами, функционирующими под управлением собственных контроллеров в соответствии с заложенными производителем оборудования алгоритмами либо на основании алгоритмов, определяемых судоводителем. При этом следует отметить, что большинство таких СТС являются взаимосвязанными, ввиду чего во многих случаях необходимо обеспечивать одновременный сбор и анализ контролируемых параметров для нескольких систем, что в классическом их исполнении является затруднительным. Учитывая значительные потоки информации о параметрах различных СТС, для корректной интерпретации сведений, представляющих важность в контексте обеспечения безопасности, необходимо разработать алгоритмы автоматизированного отбора таких параметров в зависимости от навигационных или технологических условий в конкретные моменты времени [4], [9] – [11].

Современный уровень развития компьютерных технических и программных средств позволяет проводить непрерывный сбор практически неограниченного числа контролируемых параметров с последующей аналитической обработкой полученной информации в соответствии с алгоритмами любой степени сложности. При этом на сегодняшний день на практике отсутствуют программно-аппаратные средства, позволяющие реализовать централизованный сбор и обработку данных по всем судовым техническим средствам. По всей видимости, основной причиной этого является сравнительная простота эксплуатационной совокупности навигации использованием современных систем судовождения и судовых технологических систем для классических типов судов, преимущественно использующихся в мировой практике морских перевозок. При этом до последнего времени класс судов-газовозов являлся весьма малочисленным, и разработка специализированных технических и технологических решений для таких судов не представлялась экономически целесообразной.

Как отмечалось ранее, для судов, перевозящих сжиженные газы, характерны не только более высокий уровень технической сложности СТС, но и значительная степень их интеграции с основными судовыми системами, такими как пропульсивная и энергетическая установки. Поскольку технологические условия транспортировки сжиженных газов требуют значительно больших энергетических затрат на нужды СТС по сравнению с традиционно перевозимыми грузами, система контроля, диагностики и прогнозирования параметров для основных судовых систем танкеров-газовозов должна обладать возможностью работы с параметрами как для пропульсивных и энергетических, так и для грузовых систем и систем обеспечения безопасности совместно и одновременно. Представляется очевидным, что для интеграции сбора и анализа вышперечисленной информации наиболее целесообразно выбрать готовую программно-аппаратную платформу, поскольку это позволит в значительной степени снизить финансовые затраты на внедрение [4], [11].

В настоящее время в мире используется ряд программных комплексов, предназначенных для контроля за технической эксплуатацией судов, характеризующихся различной степенью интеграции, автоматизации, а также степенью глубины контроля и количеством наблюдаемых параметров [4], [10]. Использование таких средств позволяет снизить трудоемкость эксплуатации СТС,

сократить количество задействованного персонала, а также улучшить планирование технического обслуживания, ремонта и снабжения судов расходными материалами и ЗИП. Помимо вышеперечисленных преимуществ, внедрение таких систем позволяет сократить время, затрачиваемое на техническое обслуживание и ремонт, вследствие чего сокращаются стоянки судов, финансовые затраты, а также достигается дополнительный экономический эффект, связанный с интенсификацией эксплуатации морского транспорта [10]. Для построения СППР используются программные комплексы компания Xantic: AMOS Express и AMOS Maintenance & Purchase. Данные программные комплексы позволяют автоматизировать выполнение следующих функций (программное обеспечение компании Xantic, 2002):

- имущественный контроль судового оборудования;
- подготовка спецификаций для ремонтных работ, переоборудования и доковых работ;
- планирование технического обслуживания и ремонта на основе календарного обслуживания, наработки, технического состояния или их комбинации;
- управление запасами;
- осуществление заказа и закупок запасных частей и расходных материалов;
- управление бюджетом судна;
- функции логистики при заказе запасных частей и расходных материалов;
- составление отчетности по текущим и архивным данным.

Использование данного программного комплекса позволяет осуществить оперативный контроль по ряду эксплуатационных параметров СТС, однако опыт его эксплуатации свидетельствует, в первую очередь, о повышении эффективности учета и снабжения, поскольку в программном комплексе отсутствуют алгоритмы сбора и обработки данных, позволяющие реализовать полноценный оперативный контроль и тем самым обеспечить повышение уровня безопасной эксплуатации судна. При этом следует отметить широкие возможности для планирования технического обслуживания и ремонта узлов и агрегатов, что, в некоторой мере, все же способствует повышению безопасности процесса технической эксплуатации как всего судна в целом, так и наиболее ответственных СТС в частности.

### Результаты (Results)

Построение СППР для комплексного обеспечения безопасности танкеров-газовозов начинается с разработки алгоритма функционирования. Принцип алгоритма функционирования разрабатываемой СППР приведен на рисунке, где показаны основные СТС, однако состав контролируемых СТС может быть иным, поскольку на каждом танкере-газовозе используется разное оборудование и учитываются районы плавания.



Алгоритм функционирования системы поддержки принятия решений

Предлагаемая СППР предназначена для комплексного обеспечения безопасности танкеров - газозовозов, при этом предусмотрено осуществление контроля и оптимизации как оперативных и организационных параметров, так и диагностических функций, с возможностью прогнозирования и предупреждения отказов СТС. Для построения СППР принята двухуровневая архитектура, поскольку обработка исходных данных предполагает отдельные методики для диагностических и организационных параметров.

На первом уровне осуществляется непрерывный контроль и обработка основных параметров каждого из СТС, оказывающих влияние на уровень безопасности на танкере-газовозе. Данные функции, в зависимости от типов и моделей оборудования танкера-газовоза, реализуются с использованием штатных средств самодиагностики оборудования или с применением дополнительных технических решений экипажем. Первым важным фактором на данном уровне является проведение мониторинга технических параметров оборудования танкера-газовоза, который позволяет значительно расширить функционал встроенных диагностических средств и существенно повысить вероятность раннего диагностирования скрытых дефектов или неисправностей. Вторым важным фактором является анализ взаимозависимых параметров различных СТС для выявления негативного влияния режимов функционирования одних групп оборудования на рабочие процессы в других системах.

На втором уровне осуществляется обработка полученной диагностической информации в интеллектуальной системе, в рамках которой производится имитационное моделирование текущих процессов с целью выявления негативных перспектив изменения рабочих параметров и параллельная проверка сочетаний диагностических параметров в соответствии с аналитическими алгоритмами и наполненной базой знаний, позволяющая на ранней стадии идентифицировать развитие неблагоприятных ситуаций.

На программном и аппаратном уровнях модули разрабатываемой СППР предполагается строить по принципу «черного ящика» (Black Box), в соответствии с которым для каждого из СТС используются стандартизированные входные и выходные параметры вне зависимости от функциональных характеристик и алгоритмов функционирования каждого из них. Выбор данной методики обусловлен необходимостью обеспечения универсальности разрабатываемой СППР, поскольку ее использование предполагается на танкерах-газовозах с различными типами энергетических установок, грузовых систем и прочих СТС. При использовании принципа «черного ящика» на стадии разработки СППР отсутствует необходимость использования конкретных математических моделей судового оборудования, а также появляется возможность для включения или исключения некоторых единиц оборудования, а также физической замены такого оборудования соответствующими программными модулями.

Программная часть проектируемой СППР представляет собой совокупность программных средств математического имитационного моделирования и интеллектуальной обработки информации, которая полностью реализуется в программном комплексе Lab View. Основной задачей данной части СППР является отслеживание, прогнозирование и предотвращение (точнее, выработка соответствующих рекомендаций экипажу) конкретных опасных и аварийных ситуаций, которые могут возникнуть в процессе эксплуатации танкера-газовоза в целом или отдельно взятого СТС.

Функционирование программной части СППР заключается в выявлении неблагоприятных условий, способствующих развитию опасных и аварийных ситуаций, и выработке соответствующих рекомендаций, направленных на принятие превентивных мер экипажем танкера-газовоза по их предотвращению. Для этого необходимо использовать ряд алгоритмов комплексного мониторинга взаимного функционирования функционально-взаимосвязанного оборудования. К важным аналитическим данным в таком контексте относятся комплексные показатели, характеризующиеся множеством разнородных факторов:

- величина запаса полезной мощности главной и вспомогательной энергетических установок;
- предполагаемые сбросы и набросы механических и электрических нагрузок;
- взаимные зависимости температурных режимов двигателя, груза и метеорологическая обстановка;
- режим движения судна, величина сопротивления движению, полезная нагрузка генераторных установок;
- параметры испарения груза, режим работы установок повторного сжижения, текущее и прогнозируемое потребление топлива основными и вспомогательными электроустановками;
- ледовая обстановка, метеопрогноз, параметры обледенения танкера, режим движения;
- прочие параметры, оказывающие влияние на безопасность эксплуатации танкера-газовоза в целом и СТС в частности, в зависимости от особенностей конструкции и районов эксплуатации.

В результате анализа этих параметров вырабатываются рекомендации для экипажа, которые представляют собой изменение маршрута, режимов работы силовых установок, превентивную активацию вспомогательных систем (система повторного сжижения груза, система антиобледенения и др.), а также возможность выполнения оперативного технического обслуживания СТС для повышения эксплуатационной надежности или восстановления работоспособности танкера-газовоза в целом.

В состав СППР входит база знаний, в которой на основе статистических данных накапливается информация о возможных неблагоприятных и опасных ситуациях, а также оптимальных методах их предотвращения или разрешения. Такая база знаний имеет прецедентный характер и направление по нахождению оптимальных оперативных решений в повторяющихся ситуациях.

Основные технические средства процедур сбора, накопления, передачи и централизации диагностических и функциональных параметров СППР представлены в виде пропорциональных аналоговых или цифровых электрических сигналов от соответствующих блоков, датчиков или измерительных преобразователей, пригодных для конвертирования в необходимый протокол передачи и сбора данных. В проектируемой СППР используется протокол Modbus RTU (описание протокола «Modbus RTU». Версия 1.0. ООО «Новая автоматика», 2016). Для данного протокола используется последовательный Master / Slave интерфейс, при котором каждому СТС танкера-газовоза выделяется отдельный концентратор с соответствующей адресацией.

В головном модуле сбора данных СППР производится последовательный опрос каждого концентратора судовой контрольно-диагностической системы, периодичность которого определяется количеством концентраторов и частотой контроллера шины Modbus. Для проектируемой СППР будет использована минимальная скорость 9600 бит/с, восьмиразрядные данные, таймаут запроса 0,01 с и одноярусная сеть — максимум 254 концентратора. При таких параметрах частота обновления информации по всем СТС составит 1 – 2 с, что в полной мере соответствует эксплуатационным требованиям, предъявляемым к таким СППР [1], [10].

В случае использования встроенных диагностических подсистем СТС танкера-газовоза в составе СППР в зависимости от типа используемых средств автоматизации необходимо обеспечить перевод соответствующих устройств в режим передачи информации с подключением необходимых конвертеров протоколов либо использовать отдельные аналого-цифровые преобразователи для сигнальных линий с обеспечением соответствующей адресации и последующего подключения их к концентратору, предназначенному для рассматриваемой единицы оборудования. В зависимости от типа и модели каждого СТС, а также наличия возможностей удаленного управления при реализации системы должен быть предусмотрен нисходящий канал управления, позволяющий разрабатываемой СППР осуществлять корректирование режимов функционирования оборудования танкера-газовоза.

При реализации проектируемой СППР наибольшей сложностью характеризуются включение в систему модулей контроля навигационной обстановки и метеорологической информации, поскольку такие данные являются трудно формализуемыми. Для наиболее полного учета навигационной информации представляется целесообразным использовать возможности программного

комплекса Quastor или аналогов, которые позволяют осуществлять экспорт данных в проектируемую СППР в полностью автоматизированном режиме с использованием протокола обмена данными AIS. Соответственно в составе СППР предусматривается отдельный модуль импорта данных протокола AIS. Для получения метеоданных СППР от судовой метеорологической станции используются протоколы обмена данными. Для большинства судовых метеостанций характерным является экспорт оперативной информации посредством протокола RS-485, который, в свою очередь, может быть легко интегрирован в Modbus.

### Обсуждение (Discussion)

Построенная СППР предназначена для комплексного обеспечения безопасности танкеров-газовозов, которая позволяет экипажу оперативно принять решение в случае возникновения потенциально-опасных ситуаций на танкере, проявляющихся из-за недостатка оперативных знаний и неготовности экипажа к экстремальному управлению. Построенная СППР отличается от существующих тем, что позволяет контролировать ряд важнейших диагностических функций и анализировать изменение технических параметров с выявлением на ранних стадиях скрытых дефектов и возможных неисправностей ТС, а также прогнозировать и предотвращать потенциально-опасные ситуации, которые могут оказать влияние на снижение безопасности танкеров-газовозов.

В результате функционирования построенной СППР для экипажа танкера-газовоза вырабатываются и отображаются конкретные рекомендации, которые позволяют заблаговременно избежать опасных и аварийных ситуаций в процессе перехода или при выполнении грузовых операций.

### Заключение (Conclusion)

В статье проведено построение системы поддержки принятия решений экипажем для комплексного обеспечения безопасности танкеров, задействованных в морских перевозках сжиженных газов. При этом был использован двухуровневый вариант построения системы поддержки принятия решений. Данная система дает возможность осуществлять диагностические и аналитические функции, позволяющие на ранней стадии выявлять опасные и аварийные ситуации с формулированием соответствующих рекомендаций судоводителю по их предотвращению.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Голиков В. В. Системный подход к проблеме безопасного управления судном / В. В. Голиков // Судовождение. — 2009. — № 17. — С. 18–25.
2. Курейчик В. М. Особенности построения систем поддержки принятия решений // Известия ЮФУ. Технические науки / В. М. Курейчик. — 2012. — № 7 (132). — С. 92–98.
3. Цуканов М. А. Мультиагентная система поддержки принятия решений по оперативному планированию и технологической координации сложноструктурированных производственных систем / М. А. Цуканов, Л. М. Боева // Управление большими системами: сб. тр. — 2012. — № 39. — С. 254–263.
4. Бень А. П. Системы поддержки принятия решений судоводителя для планирования трансокеанских переходов / А. П. Бень, И. В. Паламарчук, Л. А. Пивоваров // Искусственный интеллект. — 2013. — № 4 (62). — С. 266–272.
5. Lingaitis L. P. Prediction methodology of durability of locomotives diesel engines / L. P. Lingaitis, S. Mjamlin, D. Baranovsky, V. Jastremskas // Eksploatacja i Niezawodnosc. — 2012. — Vol. 14. — Is. 2. — Pp. 154–159.
6. Lingaitis L. P. Experimental Investigations on Operational Reliability of Diesel Locomotives Engines / L. P. Lingaitis, S. Mjamlin, D. Baranovsky, V. Jastremskas // Eksploatacja i Niezawodnosc. — 2012. — Vol. 14. — Is. 1. — Pp. 6–11.
7. Барановский Д. Н. Определение остаточного ресурса трибосистем / Д. Н. Барановский // Проблемы трибологии. — 2009. — № 4 (54). — С. 127–129.

8. Вагущенко Л. Л. Бортовые автоматизированные системы контроля мореходности / Л. Л. Вагущенко, А. Л. Вагущенко, С. И. Заичко. — Одесса: ФЕНИКС, 2005. — 272 с.
9. Чкония В. А. Оценка достоверности представления базы данных судовому специалисту в интегрированной системе ходового мостика / В. А. Чкония, В. И. Меньшиков // Вестник Мурманского государственного технического университета. — 2003. — Т. 6. — № 1. — С. 81–86.
10. Епихин А. И. Программные и аппаратные методы сбора и обработки данных в системах поддержки принятия решений современных судов-газовозов / А. И. Епихин // Вестник Волжской государственной академии водного транспорта. — 2016. — № 46. — С. 189–198.
11. Епихин А. И. Моделирование динамических параметров судовых технических средств для построения систем поддержки принятия решений танкеров-газовозов / А. И. Епихин // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Морская техника и технология. — 2016. — № 2. — С. 7–14.

## REFERENCES

1. Golikov, V. V. “Sistemnyi podkhod k probleme bezopasnogo upravleniya sudnom.” *Sudovozhdenie* 17 (2009): 18–25.
2. Kureichik, Victor Michylovich. “Features of decision making support system design.” *Izvestiya SFedU. Engineering sciences* 7(132) (2012): 92–98.
3. Tsoukanov, Michael, and Ludmila Boeva. “Multiagent system of decision support for operational control and technological coordination of distributed manufacture with complex structure.” *Large-scale Systems Control* 39 (2012): 254–263.
4. Ben, A. P., I. V. Palamartshuk, and L. A. Pivovarov. “Decision Support System for Planning the Navigator’s of Transoceanic Passage.” *Iskusstvennyi intellekt* 4(62) (2013): 266–272.
5. Lingaitis, L. P., S. Mjamlin, D. Baranovsky, and V. Jastremskas. “Prediction methodology of durability of locomotives diesel engines.” *Eksploatacja i Niezawodnosc* 14.2 (2012): 154–159.
6. Lingaitis, L. P., S. Mjamlin, D. Baranovsky, and V. Jastremskas. “Experimental Investigations on Operational Reliability of Diesel Locomotives Engines.” *Eksploatacja i Niezawodnosc* 14.1 (2012): 6–11.
7. Baranovsky, D. M. “Definition of a residual resource of tribosystems.” *Problems of Tribology* 4(54) (2009): 127–129.
8. Vagushchenko, L. L., A. L. Vagushchenko, and S. I. Zaichko. *Bortovye avtomatizirovannye sistemy kontrolya morekhodnosti*. Odessa: FENIKS, 2005.
9. Chkoniya, V. A., and V. I. Men’shikov. “Otsenka dostovernosti predstavleniya bazy dannykh sudovomu spetsialistu v integrirovannoi sisteme khodovogo mostika.” *Vestnik Murmanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta* 6.1 (2003): 81–86.
10. Epikhin, A. I. “The algorithms of data collecting and processing in decision support systems for gas-carrying vessels.” *Vestnik Volzhskoi gosudarstvennoi akademii vodnogo transporta* 46 (2016): 189–198.
11. Epikhin, Alexey Ivanovich. “Modeling of the dynamical parameters of marine hardware for decision support systems creation of gas-carrying vessels.” *Vestnik of Astrakhan State Technical University. Series: Marine Engineering and Technologies* 2 (2016): 7–14.

### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

**Епихин Алексей Иванович** —  
кандидат технических наук, доцент  
ФГБОУ ВО «ГМУ имени адмирала Ф.Ф. Ушакова»  
353918, Российская Федерация, г. Новороссийск,  
пр. Ленина, 93  
e-mail: [bsmbeton@mail.ru](mailto:bsmbeton@mail.ru)

### INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

**Epikhin, Alexey I.** —  
PhD, associate professor  
Admiral Ushakov Maritime University  
93 Prospect Lenina, Novorossiysk, 353918,  
Russian Federation  
e-mail: [bsmbeton@mail.ru](mailto:bsmbeton@mail.ru)

Статья поступила в редакцию 15 мая 2017 г.  
Received: May 15, 2017.