

ORGANIZATION OF RADIAL AND MULTIPLEX CHANNELS IN ON-BOARD AUTOMATIC CONTROL SYSTEMS

D. S. Vasilchenko, A. E. Zhuravlev

Admiral Makarov State University of Maritime and Inland Shipping,
St. Petersburg, Russian Federation

The purpose of this article is to find the most optimal solutions and hardware organization data transfer inter-module exchange on-Board automatic control systems. Reviewed and identified the most feasible channels for inter-module data exchange used in the creation and implementation of automatic control systems. Describes the approach used when constructing automatic control systems taking into account the specifics of the modules, problems of hardware of the organization and characteristics of the system that support some standardization and choice of interface is determined by the respective indices. Presents and discusses schemes of connections of the components of automatic control system through various channels, the principles of their use, the characteristics of each and the specifics of the work. The recommended decision on the selection of the types of data transmission lines, the characteristics of the channel and the technical interface device when designing multiplexed systems. The proposed concept of the control and basic control devices that involve the transfer of management of the system. Considered the most important operational characteristics of ship automatic control systems, including self diagnostics. Lists the hardware requirements for the organization of the multiplex channels. Formed a generalized block diagram of multiplex terminal channels with a detailed description of the used blocks. Also recommendations on issues of functional and physical division of the whole system when using the appropriate blocks. Proposed recommendations and concepts will allow you to find the best solution for the design and implementation of on-Board automatic control systems using multiplex and radial channels for organization of data transmission systems inter-module exchange.

Keywords: automatic control system, inter-unit exchange of information, the information exchange system, the channel interface, radial channel, multiplex channel, the controller, the concept of access control, the concept of the control unit, terminal of multiplex channels.

For citation:

Vasilchenko, Dmitrii S., and Anton E. Zhuravlev. "Organization of radial and multiplex channels in on-board automatic control systems." *Vestnik Gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota imeni admirala S.O. Makarova* 9.3 (2017): 628–636. DOI: 10.21821/2309-5180-2017-9-3-628-636.

УДК 629.05

ОРГАНИЗАЦИЯ РАДИАЛЬНЫХ И МУЛЬТИПЛЕКСНЫХ КАНАЛОВ В БОРТОВЫХ СИСТЕМАХ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ

Д. С. Васильченко, А. Е. Журавлев

ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала С. О. Макарова»,
Санкт-Петербург, Российская Федерация

Целью данной статьи является поиск наиболее оптимального решения логической и аппаратной организации передачи данных межмодульного обмена в бортовых системах автоматического управления. Рассмотрены и выделены наиболее реализуемые каналы для межмодульного обмена данными, используемые при построении и реализации систем автоматического управления. Описан подход, применяемый при построении систем автоматического управления, учитывающий специфику модулей, проблемы аппаратной организации и характеристики системы, поддерживающий определённую стандартизацию и выбор интерфейса, определяемый соответствующими показателями. Представлены и описаны схемы связей компонентов автоматической системы управления с помощью различных каналов, принципы их использования, характерные особенности каждого и специфика работы. Рекомендованы решения по вопросам выбора типов линий передачи информации, характеристикам канала и вида технического устройства

сопряжения при проектировании мультиплексированных систем. Предложены концепции управляющего и базового устройств управления, которые предусматривают передачу управления системой. Рассмотрены основные наиболее важные эксплуатационные показатели судовых систем автоматического управления, включая самодиагностику. Перечислены требования к аппаратным средствам для организации мультиплексных каналов. Сформирована обобщённая структурная схема терминала мультиплексных каналов с подробным описанием использованных блоков. Также представлены рекомендации по решению вопросов функционального и физического деления всей системы в целом при использовании соответствующих блоков. Эти рекомендации и концепции позволяют найти наиболее оптимальное решение при проектировании и реализации бортовых систем автоматического управления, используя радиальные и мультиплексные каналы для организации систем передачи данных межмодульного обмена.

Ключевые слова: система автоматического управления, межблочный обмен информацией, система обмена информацией, интерфейс канала, радиальный канал, мультиплексный канал, контроллер, концепция управления доступом, концепция управляющего устройства, терминал мультиплексных каналов.

Для цитирования:

Васильченко Д. С. Организация радиальных и мультиплексных каналов в бортовых системах автоматического управления / Д. С. Васильченко, А. Е. Журавлев // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова. — 2017. — Т. 9. — № 3. — С. 628–636. DOI: 10.21821/2309-5180-2017-9-3-628-636.

Введение

В настоящее время проектирование сложных систем в высокой степени определяется уровнем интеллектуальности, результаты которой способствуют проектированию систем, функционирующих в различных условиях. Основой систем автоматического управления является вычислительная подсистема, обеспечивающая координацию и взаимодействие всех элементов, модулей и блоков.

В настоящее время широко применяются системы автоматического управления, построенные на основе микропроцессорных систем, при создании которых необходимо осуществить организацию информационных систем, использующих цифровую информацию. Вне зависимости от класса, системы автоматического управления характеризуются жёсткими требованиями по надёжности и высокой интенсивности межблочного обмена информацией. В качестве блоков выступают различные компьютерные системы, исполнительные механизмы, блоки и системы сбора и обработки информации.

При детальном рассмотрении с точки зрения организации межмодульного обмена информацией с этими системами много общего имеют судовые системы, где в качестве модулей используются датчики кормовых рулей, угла дрейфа, носовых рулей, угловых скоростей, обратной связи исполнительных механизмов, устройства спутниковой навигации, блоки сбора информации датчиков, контроллеры и другие устройства. Низкая помехозащищённость и интенсивность обмена информацией являются значимыми показателями при построении распределённых систем. В таких системах очень часто используются радиальные и мультиплексные каналы межмодульного обмена данными. При создании мультиплексного канала проектируется и реализуется определённая элементная база, в отличие от радиального. Также разработка аппаратно-программных систем, предназначенных для организации мультиплексных каналов, производится с помощью унифицированных типов связей и параметров каналов обмена информацией, которые подвергаются стандартизации.

Методы и материалы

Необходимость построения систем автоматического управления [1], включающих модули с особенностями использования физической среды и различными требованиями к связям для взаимодействия, привела к созданию многоуровневых информационных систем. Физическая среда образована с использованием материала, чьи свойства обеспечивают распространение информационных сигналов. На основе физической среды создаётся канал — совокупность физической сре-

ды и каналобразующих средств (например, контроллеров), связывающих модули одного уровня друг с другом. При необходимости повышения надёжности, живучести и пропускной способности модулей одного уровня иерархии могут связываться не одним, а несколькими каналами обмена. Совокупность каналов обмена информацией определённого уровня образует систему обмена информацией, объединяющую модули в единую систему на определённом уровне иерархии, являясь центральным компонентом этой системы.

Характерной особенностью создания современных систем автоматического управления является широкая унификация технических решений модулей всех конструктивных уровней и, в первую очередь, унификация внутрисприборных и внешних интерфейсов приборов и модулей [2]. Этот подход должен учитывать как специфику приборов и модулей, накладывающую ряд ограничений на интерфейсы, так и главенствующую проблему сокращения оборудования каналов обмена, а также повышения надёжности и живучести систем. Стандартизации в интерфейсе обычно подлежат форматы информации, которая передаётся по каналам; состояния технических средств канала; состав и типы линий связи; параметры сигналов и другая информация.

Выбор интерфейса канала [3] определяется требуемой функциональной связанностью модулей с заданным быстродействием; высокой надёжностью передачи данных; долговечностью и износостойкостью оборудования; ремонтпригодностью; учётом возможности расширяемости системы; простотой конструктивных решений и минимизацией стоимости. Унифицированные интерфейсы связи с периферийными устройствами часто предоставляют разработчикам систем автоматического управления возможность использовать стандартное периферийное оборудование. Разрабатывается целый ряд стандартных плат сопряжения этих интерфейсов с внутрисприборным интерфейсом. Несравненно более сложную проблему представляет унификация каналов обмена между приборами и функциональными модулями. Здесь помимо обеспечения трафика и надёжности передачи приходится решать вопросы выбора оптимальной топологии связи [4] и стратегии управления передачей, форматов сообщений, средств и методов повышения помехо- и отказоустойчивости, а также обеспечения расширяемости систем автоматического управления.

Для большинства классов судов [5] комплексы систем автоматического управления характеризуются достаточно большой протяженностью линий связи, что связано с большими геометрическими размерами судов. При использовании радиальных каналов [6] межмодульного обмена информацией схема связей представлена на рис. 1. В этом случае для связей бортовой компьютерной системы, панели индикации информации групп датчиков и исполнительных механизмов используются каналы со скоростью передачи до 50 кбит/с. Спроектированная система передачи информации характеризуется наличием большого числа связей, что ведёт к большей массе и объёму, занимаемому проводами, а также затрудняет модернизацию оборудования судна.

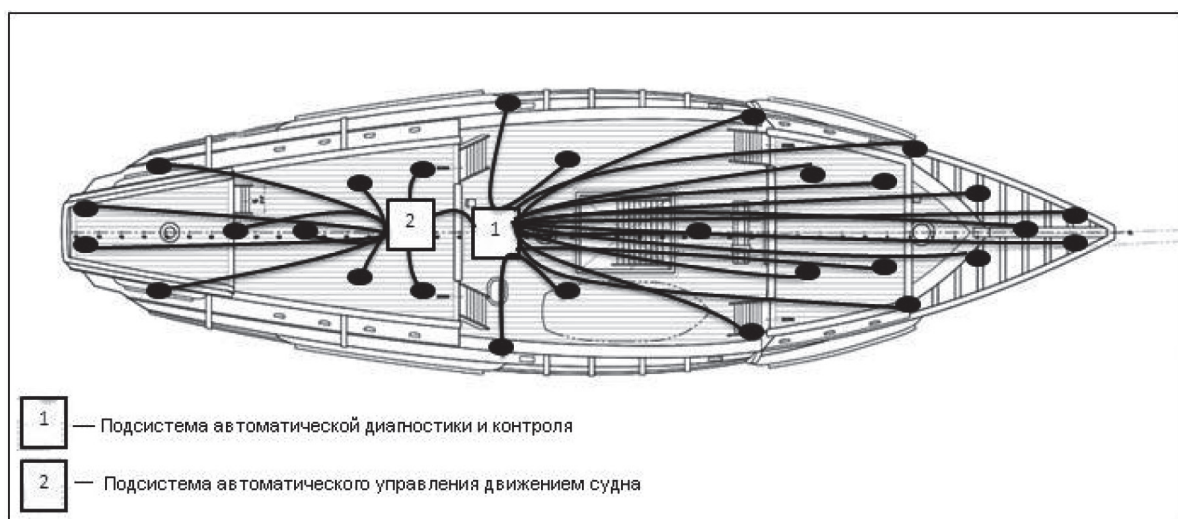


Рис. 1. Структура связей компонентов автоматической системы управления по радиальным каналам

Использование мультиплексных каналов [8] межмодульного обмена позволяет гибко комплексовать электронное оборудование судна, резко сокращая массу и общую длину проводов системы связи. В мультиплексных системах данные передаются со скоростью до 1 Мбит/с, что вполне удовлетворяет запросы комплексов судов. Для повышения живучести и сокращения физической длины мультиплексного канала обычно используются каналы правого и левого бортов, схема связи которых представлена на рис. 2. При этом для повышения надёжности и достоверности передачи данных, а также обеспечения безотказности работы оборудования судна каждый из каналов может резервироваться. Радиальные каналы позволяют строить системы на более простой элементной базе, а в ряде случаев их применение может оказаться более целесообразным для организации локальных связей.



Рис. 2. Структура связей компонентов автоматической системы управления по мультиплексным каналам

Специфика работы мультиплексных каналов бортовых систем по сравнению с радиальными каналами требует несколько иного подхода к организации управления доступом к каналу и определяется самими принципами функционирования бортовой системы [9]. Система централизованного управления использует единое устройство, обеспечивающее синхронизацию работы пользователей, — котроллер, передающий сигналы управления передачей или приёмом. Распределённое управление организует централизованный обмен данными, используя несколько котроллеров. Концепция управления доступом к каналу [10] в виде централизованного и распределённого принципа является достаточно эффективной, позволяя гибко реагировать на заданные или изменённые требования к потоку данных, обеспечивая простоту создания и, как вариант, возможность производить изменения с ограниченными устройствами.

Одним из важных факторов является уровень сложности обеспечения синхронизации. Доступная возможность передачи управления повышает способность системы сохранять свою работоспособность в аварийных условиях и эффективность использования канала. Также специфика мультиплексных каналов определяет выбор формы сообщений. Распространение получили сообщения с фиксированной длиной слова при пословной синхронизации. Информация, передаваемая бортовыми системами, является комбинацией данных, относящихся к управлению системой, и технических измерений. Мультиплексный канал пригоден как для осуществления управления бортовыми системами, так и для передачи данных бортовых систем.

Особое внимание при проектировании мультиплексированных систем уделяется вопросам выбора типов линий передачи информации, характеристикам канала и вида технического устройства сопряжения. Если некоторые характеристики канала — такие, как скорость переда-

чи информации по каналу и форматы информационных сообщений, — являются стандартными, то характеристики как тип используемых линий передачи информации и устройства взаимодействия в основном определяются спецификациями. Это позволяет использовать в разных системах различные линии передачи информации и технические средства канала, оставляя без изменения аппаратное и программное обеспечение систем управления.

Также при проектировании системы особое значение имеет выбор концепции управляющего устройства системы. Концепция базового устройства управления предполагает наличие в системе терминала, выполняющего функции контроллера. Управление передаётся резервному контроллеру в том случае, если отказал основной, причём инициализация резервного контроллера может быть проведена через дополнительные линии связи. Концепция нестационарного управляющего устройства означает, что в одном мультиплексном канале управление передачей информации могут последовательно осуществлять несколько контроллеров. Стандартом предусмотрен способ передачи управления от активного контроллера потенциальному через специальную команду. Эта команда извещает потенциальный контроллер о предложении передачи управления. Терминал через специальный разряд в ответном слове извещает текущий контроллер о приёме управления. Если терминал отказался от управления и разряд в ответном слове не установлен, инициализацию обмена в канале продолжает осуществлять текущий контроллер. Порядок и время передачи управления не ограничивается стандартом и устанавливается при проектировании системы.

Важными эксплуатационными показателями судовых систем автоматического управления являются живучесть, расширяемость и жизнестойкость [7]. Живучесть определяет способность системы сохранять функционирование при возможных отказах компонентов. Расширяемость позволяет осуществить увеличение функциональных характеристик системы без изменения аппаратных средств базовой модели за счёт модификации в минимальных объёмах состава технических средств. Жизнестойкость характеризуется возможностью продолжения выполнений судном основных задач при аварии в любом отсеке. Для обеспечения точности и достоверности выработки управляющими системами судна информации в течение всего времени плавания комплексы систем автоматического управления выполняются структурно-избыточными по составу функциональными модулями и должны обладать повышенной надёжностью и живучестью, устойчивостью к сбоям и отказам составляющих их компонентов.

Достоверность функционирования каждого функционального блока может обеспечиваться встроенными средствами самодиагностики. При возникновении отказов в таких модулях они должны изолироваться и восстанавливаться без нарушения взаимодействия между остальными функциональными модулями. При невозможности простого исключения отказавшего функционального модуля из обработки в системе автоматического управления должна быть произведена реконфигурация связей для передачи задач отказавшего функционального модуля резервному.

Организация мультиплексным каналом межмодульного обмена требует наличия специализированных аппаратных средств, которые осуществляют передачу сигналов по линиям передачи информации и выполнения определённых действий над информацией. Электронный модуль, предназначенный для сопряжения линий передачи информации с подсистемой, называют *терминалом мультиплексных каналов*. Этот модуль может быть выполнен в виде отдельного блока или встраиваться в подсистему. В зависимости от типа подсистемы и её назначения терминал может выполнять различный набор функций и работать в различных режимах. Обобщённая структурная схема терминала мультиплексных каналов, представленная на рис. 3, состоит из аналогового блока приёма / передачи, блока обработки бита / слова / сообщения и блока связи с подсистемой.

Аналоговый блок приёма / передачи необходим для сопряжения цифровой логики с линиями передачи информации и выполняет функцию фильтра для принимаемого сигнала. Осуществляется подавление шума низкого уровня и формируется уровень сигнала, используемый в цифровых

схемах системы. Аналоговый блок передачи обеспечивает необходимые для передачи по информационному каналу параметры сигналов. Для исключения возможной неуправляемой генерации в мультиплексных каналах предусматривается функция блокировки после определённого времени передачи.

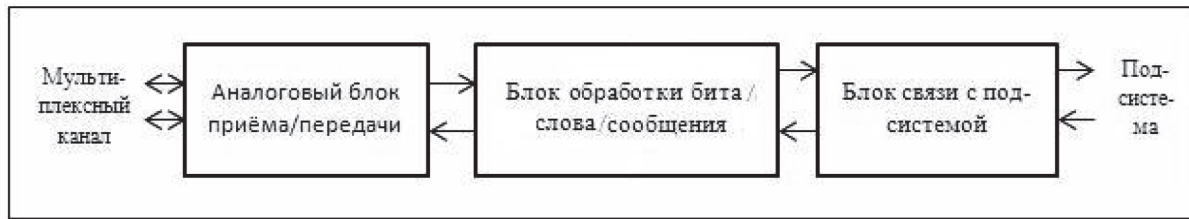


Рис. 3. Структура взаимодействия подсистемы с мультиплексным каналом

Блок обработки бита / слова / сообщения необходим для выполнения действий над разрядами и словами потока информации, передаваемыми в мультиплексных каналах и принимаемыми из него [11]. Приёмная часть блока осуществляет побитный приём поступающей информации и дешифрует её, используя для измерения временных интервалов генератор синхроимпульсов. Осуществляется распознавание типа синхроимпульса и идентифицируются командные и информационные слова. Осуществляется контроль числа битов в слове и чётность. Часть блока, которая предназначена для передачи бита / слова, включает в себя логику формирования ответного и информационного слова, включая генерацию синхросигнала и разряда чётности. Этот блок может быть реализован различными способами. Также в этом блоке осуществляется контроль информации, передаваемой в мультиплексных каналах, и управление работой терминала. Происходит декодирование информационного содержания слов и сообщений, которое используется в целях управления потоком информации между терминалом и подсистемой. В зависимости от режима работы терминал может выполнять различный объём задач. При работе в качестве объекта управления функциями блока являются: дешифрация и маскирование командного слова; исполнение команд по управлению, предназначенных для аппаратных средств терминала; подсчёт числа передаваемых или принимаемых слов; контроль временных интервалов и пауз; управление передачей и приёмом данных.

Блок связи с подсистемой реализует заложенный в устройстве принцип двухсторонней передачи данных подсистемы и терминала. В зависимости от задач, решаемых аппаратурой терминала, интерфейс может быть реализован через простой асинхронный обмен данными по параллельной шине или включать в себя процедуры прерывания управляющего процессора, прямой доступ в системную память и буферизацию сообщений.

В некоторых случаях определённую трудность вызывает вопрос функционального и физического деления аппаратуры на терминал и подсистему. Если терминал является отдельным быстросменным блоком и реализует все функции, неопределённости нет, так как функциональное деление совпадает с физическим. Связь терминал-подсистема становится более неопределённой, если терминал входит в состав элементов подсистем. В этом случае трудно провести границу их физического деления. Например, если терминал встраивается в компьютерную систему общего значения, функции аналогового блока и блока обработки слова могут быть реализованы аппаратно в виде отдельных интерфейсных плат компьютерной системы, а обработка сообщения может осуществляться универсальными вычислительными средствами и являться частью программного обеспечения. По определению терминал должен осуществлять сопряжение линий передачи информации с подсистемой, и поскольку он реализует эту задачу только в том случае, когда выполняются все необходимые функции, часть основного программного обеспечения может стать частью терминала. Физическое деление в этом случае становится невозможным. Такая ситуация является довольно распространённой для реальной мультиплексной аппаратуры. Независимо от того, является ли интерфейс стандартной или заказной конструкцией, некоторые

функции терминала почти всегда размещены в подсистеме пользователя. При рассмотрении реальных примеров аппаратных средств необходимо чётко разделять физический интерфейс, связывающий аппаратные средства с подсистемой, и функциональный интерфейс, который может оказаться нереализуемым.

Результаты

В процессе изучения и анализа предлагаемых вниманию каналов связи подчеркнута необходимость их широкого применения в бортовых системах автоматического управления, построенных на основе микропроцессоров. Сформулированы обоснования для использования и организации рассматриваемых каналов в локальных и глобальных системах передачи цифровой информации. При исследовании рассмотрены основные вопросы, связанные с проблемой организации систем межмодульного обмена информацией и предложены варианты их решения. Предложенная схема взаимодействия подсистемы с мультиплексным каналом, детализированная до блоков, позволяет оценить, проанализировать функциональные возможности и принять решение о возможном использовании в проектируемой или существующей системе.

Обсуждение

Рассмотрены вопросы организации бортовых систем автоматического управления на основе мультиплексных и радиальных каналов. Приведены примеры организации обмена данными устройств, подключаемых к перечисленным каналам. Результаты анализа и исследования практичны и реализуемы. Все аспекты организации систем автоматического управления рассматриваются по отношению к организации процессов межмодульного обмена информацией, поэтому некоторые проблемы не затронуты. В дальнейшем предполагается учитывать определённые характеристики каналов и их классификацию для последующего использования в узко специализирующихся системах, обеспечивающих работу среды передачи информации. Также является актуальной задача управления передачей информации в рассматриваемых каналах, для решения которой планируется провести ряд экспериментальных работ.

Заключение

Развитие бортовых радиоэлектронных систем актуальнее базировать на гибком подходе, предусматривающем использование радиальных каналов для организации локальных систем передачи данных, а развитие мультиплексных систем — для построения глобальных каналов межмодульного обмена информацией. Исторически сложилась практика широкого применения на судах радиальных каналов различных стандартов, но в настоящее время актуальным становится интенсивное внедрение мультиплексных каналов, которые обладают рядом преимуществ:

- большой пропускной способностью;
- усовершенствованными возможностями адресации блоков данных;
- более гибкой структурой.

При разработке различных типов систем автоматического управления перед разработчиком в числе основных проблем стоит рациональная организация их интерфейсов межмодульного обмена информацией. Единство требований по надёжности и скорости обмена информацией приводит к использованию единых стандартов при организации этих подсистем.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Волков С. В. Система автоматического контроля и управления параметрами объекта / С. В. Волков, А. С. Колдов, О. В. Захарова, В. С. Чапаев // Тр. Междунар. симпозиума «Надёжность и качество». — Пенза, 2014. — Т. 2. — С. 91–93.
2. Рунев А. Ю. Использование промышленных технологий для построения автоматизированных систем управления связью / А. Ю. Рунев, В. А. Бабошин, Ю. М. Шерстюк, А. В. Шестаков // Автоматизация процессов управления. — 2015. — № 4 (42). — С. 41–51.

3. Тужилкин А. С. Интерфейс канала связи перспективной бортовой информационной сети / А. С. Тужилкин // *Материалы XIX Всерос. науч.-техн. конф. студентов, молодых ученых и специалистов «Новые информационные технологии в научных исследованиях и в образовании «НИТ 2014»»*. — Рязань, 2014. — С. 87–88.
4. Псурцев Н. Ю. Обеспечение целостности и устойчивого функционирования сети связи / Н. Ю. Псурцев, Е. Н. Щербакова // *Сб. тр. X Междунар. отрасл. науч.-техн. конф. «Технологии информационного общества»*. — М., 2016. — С. 384–385.
5. Костылев И. И. Зарубежное судостроение. Состояние и тенденции / И. И. Костылев, М. К. Овсянников // *Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова*. — 2013. — № 3 (22). — С. 66–70.
6. Богатырев В. А. Оптимальное резервирование агрегированных радиальных каналов / В. А. Богатырев, А. В. Осипов // *Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики*. — 2013. — № 4 (86). — С. 149–150.
7. Паринов А. В. Управление живучестью автоматизированной информационной системы инновационного характера / А. В. Паринов // *Вестник Воронежского института ФСИИ России*. — 2014. — № 4. — С. 55–58.
8. Колосков В. Л. Приложение для обработки командных слов, переданных через мультиплексный канал передачи данных / В. Л. Колосков, И. Ю. Павлов, Е. Б. Иванов // *Новые информационные технологии в автоматизированных системах*. — 2016. — № 19. — С. 321–322.
9. Нечаев Ю. И. Мультиагентная система управления функционированием бортового вычислительного комплекса / Ю. И. Нечаев, А. В. Лютин // *Журнал международной конференции по мягким вычислениям и измерениям*. — 2011. — Т. 2. — С. 64–68.
10. Ковальков Д. А. Управление каналом случайного множественного доступа без контроля несущей / Д. А. Ковальков // *Методы и устройства передачи и обработки информации*. — 2009. — № 11. — С. 352–357.
11. Колосков В. Л. Мультиплексный канал передачи данных. Приложение для обработки командных слов / В. Л. Колосков, И. Ю. Павлов // *Материалы конференции межвузовской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых специалистов им. Е. В. Арменского*. — М., 2016. — С. 91.

REFERENCES

1. Volkov, S. V., A. S. Koldov, O. V. Zakharova, and V. S. Chapaev. “Sistema avtomaticheskogo kontrolya i upravleniya parametrami ob’ekta.” *Trudy mezhdunarodnogo simpoziuma «Nadezhnost’ i kachestvo»* 2 (2014): 91–93.
2. Runeev, Anatolii Iurevich, Vladimir Aleksandrovich Baboshin, Iurii Mikhailovich Sherstyuk, and Aleksandr Viktorovich Shestakov. “Using industrial technologies for the purpose of designing automated communications control systems.” *Automation of Control Processes* 4(42) (2015): 41–51.
3. Tuzhilkin, A. S. “Interfeis kanala svyazi perspektivnoi bortovoi informatsionnoi seti.” *Materialy XIX Vserossiiskoi nauchno-tekhnikheskoi konferentsii studentov, molodykh uchennykh i spetsialistov*. 2014: 87–88.
4. Psurtsev, N. Yu., and E. N. Shcherbakova. “Obespechenie tselostnosti i ustoychivogo funktsionirovaniya seti svyazi.” *Sbornik trudov X Mezhdunarodnoi otraslevoi nauchno-tekhnikheskoi konferentsii*. 2016: 384–385.
5. Kostylev, I. I., and M. K. Ovsyannikov. “Contemporary marine shipbuilding. Status and tendencies.” *Vestnik Gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota imeni admirala S.O. Makarova* 3(22) (2013): 66–70.
6. Bogatyrev, Vladimir, and Andrey Osipov. “Optimal reservation of aggregated radial channels.” *Scientific and Technical Journal of Information Technologies, Mechanics and Optics* 4(86) (2013): 149–150.
7. Parinov, A. V. “Upravlenie zhivuchest’yu avtomatizirovannoi informatsionnoi sistemy innovatsionnogo kharaktera.” *Vestnik Voronezhskogo instituta FSIN Rossii* 4 (2014): 55–58.
8. Koloskov, V. L., I. Yu. Pavlov, and E. B. Ivanov. “Prilozhenie dlya obrabotki komandnykh slov, peredannykh cherez mul’-tipleksnyi kanal peredachi dannykh.” *Novye informatsionnye tekhnologii v avtomatizirovannykh sistemakh* 19 (2016): 321–322.
9. Nechaev, Yu. I., and A. V. Lyutin. “Mul’tiagentnaya sistema upravleniya funktsionirovaniem bortovogo vychislitel’nogo kompleksa.” *Zhurnal mezhdunarodnoi konferentsii po myagkim vychisleniyam i izmereniyam* 2 (2011): 64–68.

10. Koval'kov, D. A. "Upravlenie kanalom sluchainogo mnozhestvennogo dostupa bez kontrolya nesushchei." *Metody i ustroistva peredachi i obrabotki informatsii* 11 (2009): 352–357.

11. Koloskov, V. L., and I. Yu. Pavlov. "Mul'tipleksnyi kanal peredachi dannykh. Prilozhenie dlya obrabotki komandnykh slov." *Materialy konferentsii mezhvuzovskoi nauchno-tekhnicheskoi konferentsii studentov, aspirantov i molodykh spetsialistov im. E.V. Armenskogo*. 2016: 91.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Васильченко Дмитрий Сергеевич —

кандидат технических наук
ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени
адмирала С. О. Макарова»
198035, Российская Федерация, Санкт-Петербург,
ул. Двинская, 5/7
e-mail: tillaus@mail.ru

Журавлев Антон Евгеньевич —

кандидат технических наук
ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени
адмирала С. О. Макарова»
198035, Российская Федерация, Санкт-Петербург,
ул. Двинская, 5/7
e-mail: zhuravlevae@gumrf.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Vasilchenko, Dmitrii S. —

PhD
Admiral Makarov State University of Maritime
and Inland Shipping
5/7 Dvinskaya Str., St. Petersburg 198035,
Russian Federation
e-mail: tillaus@mail.ru

Zhuravlev, Anton E. —

PhD
Admiral Makarov State University of Maritime
and Inland Shipping
5/7 Dvinskaya Str., St. Petersburg 198035,
Russian Federation
e-mail: zhuravlevae@gumrf.ru

Статья поступила в редакцию 27 апреля 2017 г.

Received: April 27, 2017.