

# Разработка телекоммуникационной системы для ВМФ

ГРНТИ 78.25.33  
УДК 623.61

**С.М. ДОЦЕНКО, РИО, доктор технических наук, Р.А. МАРКОСЯН, кандидат технических наук, А.В. ПИНЧУК, директор научно-технического центра "ПРОТЕЙ", Н.А. СОКОЛОВ, технический директор ООО "ПРОТЕЙ СпецТехника", доктор технических наук**

## Введение

Создание и поэтапное развитие телекоммуникационной системы (ТС), предназначенной для военно-морского флота (ВМФ), требует решения сложных научно-технических задач. Длительность жизненного цикла корабля ВМФ, составляющая в мирное время примерно 20 лет [1], предопределяет методологический подход к выбору принципов создания и развития ТС. Она должна создаваться с учетом долгосрочных прогностических оценок коммуникативных потребностей и требований тех информационных систем ВМФ, которые используют ресурсы ТС для обмена данными различного рода.

В статье рассматриваются три основных вопроса. Во-первых, изложены результаты исследований базовых принципов по построению и развитию ТС ВМФ, которые будут востребованы в течение, как минимум, двух ближайших десятилетий. Во-вторых, перечислены основные функциональные возможности ТС ВМФ. В-третьих, приведен пример использования ТС ВМФ надводными кораблями для организации связи между ними в ходе выполнения поставленной задачи.

Предмет настоящей статьи, с точки зрения сложных систем [2], следует рассматривать как выбор концептуальных положений по созданию и эволюции исследуемого объекта. Подобные положения должны тщательно обсуждаться специалистами различных областей знаний, используя, в том числе, междисциплинарный подход [3]. Авторы будут благодарны за все замечания и предложения, высказанные читателями журнала.

## Базовые положения построения и развития ТС ВМФ

Следует выделить пять особенностей ТС ВМФ, касающихся ее иерархии, обслуживаемой территории, структурного состава пользователей, функциональных возможностей и тактико-технических требований к оборудованию. Именно эти особенности определяют базовые положения по практической реализации постоянно развивающейся ТС ВМФ.

**Иерархические уровни** определяются так, чтобы к узлам коммутации было обеспечено надежное подключение терминалов всех пользователей, начиная с главкома (средства связи штаба ВМФ) и заканчивая матросом (оконечные устройства рядового состава). Выбор количества уровней иерархии относится к оптимизационным задачам [4]. Постоянное формирование новых требований к телекоммуникационным и информационным услугам, изменение технологий передачи, коммутации и обработки информации, а также другие факторы не позволяют найти оптималь-

ное решение на протяжении жизненного цикла ТС ВМФ. По этой причине уместно опираться на поиск рационального решения [5], которое не требует существенных инвестиций на модернизации ТС ВМФ в процессе ее эволюции при возникновении новых требований различного характера.

Таким требованиям отвечает структура вида "медуза" [6]. Пример использования такой структуры для построения мультисервисной сети, служащей ядром ТС ВМФ, приведен на рис. 1. Современные мультисервисные сети используют пакетные технологии передачи, коммутации и обработки информации [7]. Именно для таких технологий структура сети вида "медуза" часто находит практическое применение.

В зависимости от сложившейся ситуации узлы коммутации разных рангов (А, В и С) могут переключаться в те уровни иерархии мультисервисной сети, которые становятся предпочтительными для решения конкретной задачи. Выбор номенклатуры узлов коммутации и количества уровней иерархии в ТС ВМФ

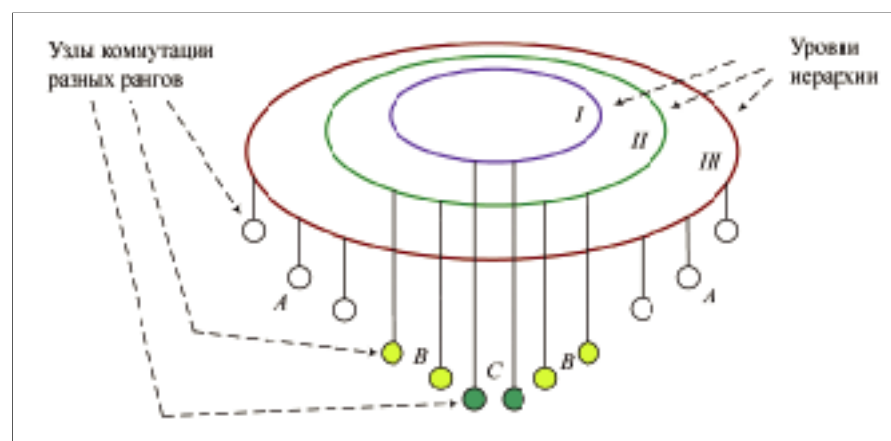


Рис. 1. Фрагмент мультисервисной сети – ядра ТС ВМФ

осуществляется на стадии проведения проектных работ.

**Обслуживаемая территория** для ТС ВМФ — совокупность всех точек в трехмерном пространстве, в которых могут находиться терминалы пользователей. Существенная особенность ТС ВМФ заключается в том, что функции мобильности присущи не только терминалам, но и некоторым узлам коммутации. Типичный пример перемещаемого узла коммутации — автоматическая телефонная станция (IP-АТС) подводного корабля. Буквы “IP”, предшествующие сокращению, указывают на использование пакетных технологий коммутации Internet Protocol [7].

Связь для мобильных (перемещаемых) объектов подразумевает использование каналов радиосвязи, спутниковых систем, а также иных средств [8], позволяющих оперативно организовать транспортные ресурсы на определенный период времени. Данное обстоятельство определяет жесткие требования к надежности и информационной безопасности в широком смысле этих терминов.

Возможность концентрации значительного количества объектов (надводных кораблей, подводных лодок, самолетов, вертолетов и других средств ВМФ) на сравнительно небольшой территории для решения поставленной задачи требует разработки системы управления телекоммуникационными ресурсами. Следует учитывать, что часть телекоммуникационных ресурсов в течение времени выполнения поставленной задачи может перейти в состояние “отказ” [9]. Такая возможность стимулирует разработку алгоритмов для поддержки максимальной пропускной способности ТС ВМФ.

**Структурный состав пользователей** ТС ВМФ может заметно измениться за счет подключения устройств, образующих класс Интернет вещей (Internet of Things) [10]. В терминах электросвязи под словом “пользователь” обычно понимается абонент (для ТС ВМФ — военнослужащий), так и автоматическое устройство, работающее без участия человека. В качестве характерного

примера перспективных терминалов, входящих во множество Интернета вещей, уместно назвать совокупность датчиков, образующих беспроводную сеть, которая контролирует состояние человека, — Wireless Body Area Network (WBAN).

Прогностические оценки, полученные для сети связи общего пользования, свидетельствуют, что в обозримой перспективе количество оконечных устройств, относящихся к Интернету вещей, превысит численность терминалов, используемых людьми. Для сетей специального назначения, к которым относится ТС ВМФ, такие прогнозы еще не разработаны. Тем не менее, подобный процесс следует учитывать при разработке основных сценариев дальнейшей эволюции ТС ВМФ.

**Функциональные возможности** ТС ВМФ определяются потребностями, которые по общепринятой классификации [11] можно — с непринципиальными допущениями — разделить на две группы: коммуникативные и информационные. Коммуникативные потребности определяют функциональные возможности ТС ВМФ, основная суть которых известна [7]. Информационные потребности, применительно к ТС ВМФ, в значительной степени зависят от факторов, обусловленных системами управления кораблями, видами их вооружения и подобными объектами. Их невозможно анализировать (и тем более получить достоверные прогностические оценки) методами, принятыми для сетей электросвязи.

Функциональные возможности ТС ВМФ, определяемые коммуникативными потребностями, могут быть представлены следующими свойствами:

- поддержка широкого спектра услуг для обмена информацией в виде речи (звука), данных и видео;

- обеспечение мобильности терминального оборудования пользователей;

- возможность введения новых телекоммуникационных и информационных технологий, а также приложений без существенной реконструкции эксплуатируемого оборудования;

- сохранение заданных показателей надежности и качества связи при возникновении штатных ситуаций;

- управление телекоммуникационными ресурсами, направленное на решение поставленных задач.

Функциональные возможности ТС ВМФ, определяемые информационными потребностями, сводятся, по существу, к выделению надежно и качественно функционирующих ресурсов передачи, коммутации и обработки сообщений. Достоверно прогнозировать объем необходимых ресурсов, например, для жизненного цикла корабля, оцениваемого двадцатью годами [1], не представляется возможным. По этой причине уместно использовать сценарный подход [12]. Он позволяет оценить целесообразность введения возможностей для радикального наращивания ресурсов, необходимых для информационных потребностей, без существенного роста инвестиций на начальных этапах создания ТС ВМФ.

**Тактико-технические требования к оборудованию**, используемому в составе ТС ВМФ, формируются с учетом совокупности положений, среди которых можно выделить два важных фактора. Во-первых, все виды оборудования должны не только отвечать известным требованиям, но и быть способными эволюционировать для поддержки тех возможностей, которые прогнозируются на перспективу. Во-вторых, применяемое оборудование должно обладать высокими показателями надежности и живучести, учитывая потенциальные риски, свойственные ВМФ.

Ряд соображений, касающихся тактико-технических требований к оборудованию ТС ВМФ, изложены во втором разделе статьи.

Правда, соответствующая информация приводится в самых общих чертах, так как она иллюстрирует исключительно системные положения.

### Функциональные возможности ТС ВМФ

Анализ требований, которым должна соответствовать ТС ВМФ, позво-

лил сформулировать ряд положений. Они сводятся к следующему перечню функциональных возможностей:

- телефонная связь с установлением соединений автоматическим способом или через диспетчера (оператора);

- обмен данными и доступ к информационным ресурсам в соответствии с установленными регламентами при помощи средств вычислительной техники;

- видеоконференцсвязь с возможностью формирования разных групп участников в каждом сеансе связи и подключения пользователей, находящихся в любой точке заранее регламентированных границ для информационного пространства ВМФ России;

- видеонаблюдение, дополненное средствами обработки информации за счет алгоритмов видеоаналитики;

- звуковое вещание общего пользования, включая функции громкоговорящей связи;

- телевизионное вещание программ, принимаемых через систему спутниковой связи и из студии кораблей ВМФ России;

- контроль и управление доступом;

- мониторинг местонахождения личного состава, включая анализ ключевых параметров персональной жизнедеятельности за счет использования упомянутой выше идеологии WBAN;

- организация процессов функционирования телеметрических систем корабля, включая реализацию подобных возможностей на базе решений Интернета вещей, которые известны как межмашинный обмен (M2M, Machine-to-Machine);

- поддержка работы беспроводных сенсорных сетей (Wireless Sensor Networks) при их применении для решения задач в боевой обстановке;

- взаимодействие между телекоммуникационными системами кораблей в составе их группировки, даже если эти системы построены на базе различных технологий передачи, коммутации и обработки информации.

Все перечисленные функциональные возможности предусматри-

вают поддержку основных и дополнительных видов обслуживания. Выбор дополнительных видов обслуживания осуществляется в процессе формирования системы связи ВМФ России. Все основные и дополнительные виды обслуживания должны иметь возможность оперативно меняться с учетом задач, поставленных командованием. Телекоммуникационная система ВМФ России должна обеспечивать возможность эффективной (с точки зрения необходимого времени и объема инвестиций) реализации дополнительных функциональных возможностей, возникающих по мере появления новых идей и технологий.

Для поддержки упомянутых (и появляющихся в перспективе) функциональных возможностей необходимо разработать облик телекоммуникационной системы ВМФ России. Он должен включать основные компоненты ТС, обеспечивающие не только реализацию перечисленных выше функциональных возможностей, но и качественное развитие используемых средств за счет применения новых идей и технологий. На рис. 2 показана модель, иллюстрирующая облик перспективной телекоммуникационной системы ВМФ России. Модель включает также элементы, которые не были упомянуты выше. Полные названия всех элементов, обозначенных аббревиатурами, приведены в нижней части модели.

Перечень оборудования, подключенного к мультисервисной коммутируемой сети, расширяется без изменения аппаратно-программных средств IMS, выполняющих функции платформы телекоммуникационной системы ВМФ России. Для решения новых функциональных задач аппаратные модули IMS не требуют модификации.

Необходимые изменения обеспечиваются за счет введения дополнительных программных модулей. В состав базовых станций входят медиашлюзы (Media Gateway) для взаимодействия с системами радиосвязи.

Для полноценного и рационального использования функциональ-

ных возможностей мультисервисной сети целесообразно ввести унификацию терминального оборудования для различных подразделений. Важная роль отводится и форме военнослужащих экипажа, в которой размещаются терминалы (беспроводной телефонный аппарат, радиостанция — терминал ПМР, планшетный компьютер, запасные аккумуляторы).

Обмен всех видов информации, представленной в форме IP-пакетов, осуществляется через мультисервисную коммутируемую сеть, в которой минимизированы количество Ethernet фрагментов и их размеры. Вместо коммутаторов Ethernet должны использоваться маршрутизаторы, поддерживающие основные функции DPI (Deep Packet Inspection), т. е. накопление статистических данных, проверка и фильтрация IP-пакетов по их содержанию. Применение DPI обеспечивает полноценный контроль системы связи по типам трафика, по его объему, а также по соотношению между количеством IP-пакетов, которые относятся к разным видам приложений.

Такое решение позволяет обеспечить интеллектуальную маршрутизацию IP-пакетов при перегрузках сети и высокий уровень информационной безопасности. Фактически, каждый объект в системе связи ВМФ России защищен межсетевым экраном. Все маршрутизаторы должны иметь возможность получения управляющей информации по изменению структуры мультисервисной сети при необходимости.

Для сбора и анализа статистической информации обо всех сеансах связи должна функционировать возможность записи и длительного хранения наиболее важной информации (например, видеоконференции) следует использовать систему сбора и хранения метаданных.

Оборудование, предназначенное для построения и развития современной телекоммуникационной системы ВМФ России, представляет собой сложный комплекс технических средств. Этот комплекс должен быть реализован исключительно на

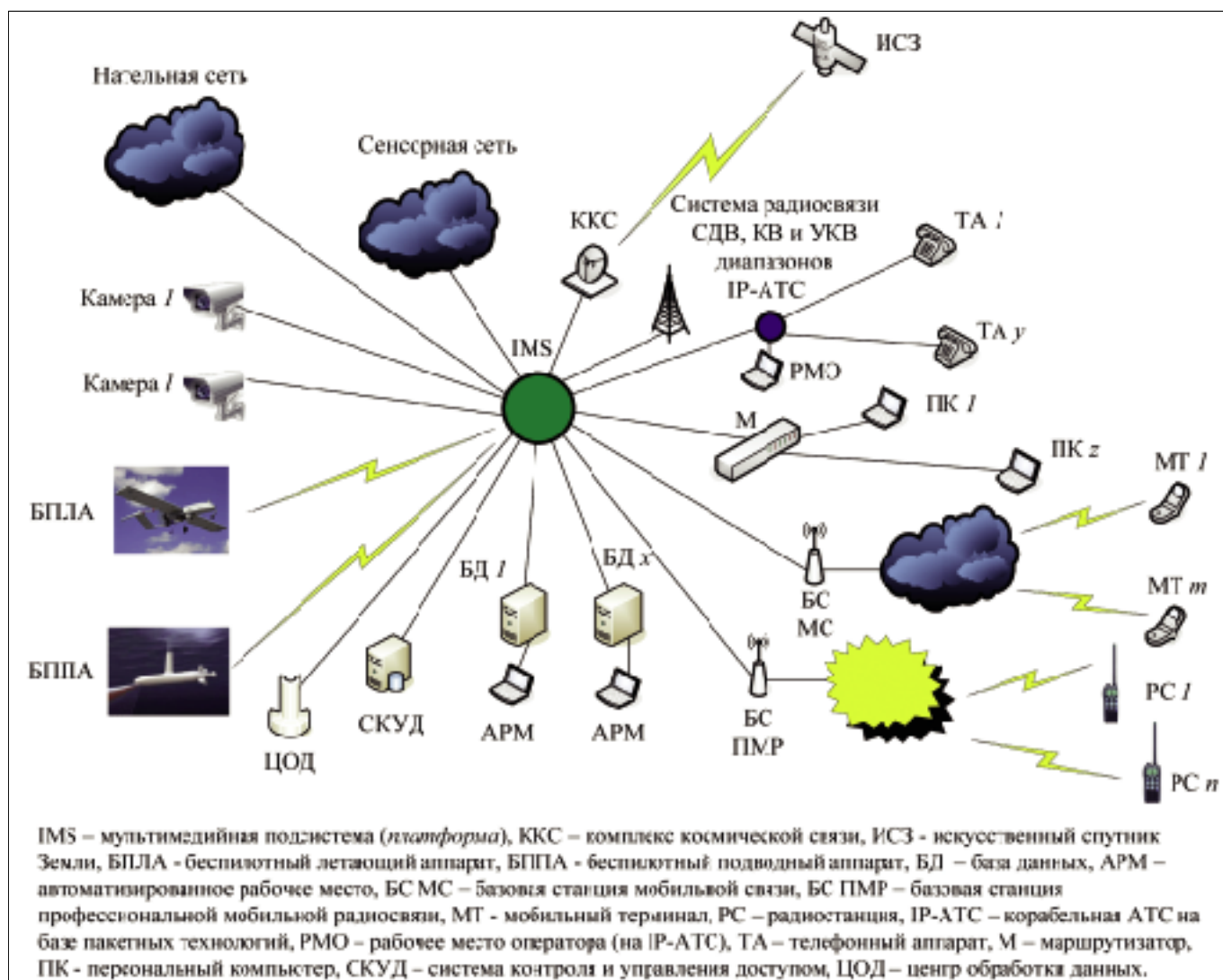


Рис. 2. Облик перспективной телекоммуникационной системы ВМФ России

отечественном оборудовании. Во всех вновь разрабатываемых и модернизируемых технических средствах должны использоваться доверенные платформы и модули (в которых, согласно принципу “практической уверенности”, отсутствуют закладки и недокументированные возможности на аппаратном и на программном уровнях).

### Пример использования ТС ВМФ надводными кораблями

При выполнении задач, поставленных командованием, зачастую необходимо создать сеть между взаимодействующими объектами.

Типичным примером таких объектов служит группировка надводных кораблей.

Пример автоматического формирования мультисервисной сети для

организации связи между надводными кораблями показан на рис. 3.

Эта сеть формируется при условии, что надводные корабли попадают в зону видимости друг друга. При этом надводные корабли под номерами 1 и 3 связаны между собой через средства связи надводных кораблей под номерами 2 и 4. Наличие цепочки вида 1 — 2 — 4 — 3 позволяет организовать мультисервисную сеть для группировки надводных кораблей на период выполнения поставленной задачи.

Организация мультисервисной сети подразумевает обеспечение связью не только надводных кораблей, но также палубной авиации и других объектов, задействованных в решении поставленной задачи.

При этом система управления ТС ВМФ поддерживает максималь-

ную пропускную способность доступных ресурсов, обеспечивая их реконфигурацию при нарушении связности между используемыми видами оборудования.

Приведенный пример подразумевает разработку сложного комплекса технических средств, который включает в свой состав систему интеллектуальной поддержки принятия решений [13], а также иные информационные средства, повышающие эффективность ТС ВМФ.

Существенно то, что все используемые аппаратно-программные средства должны быть ориентированы на постоянную эволюцию, направленную, в конечном счете, на улучшение тактико-технических характеристик тех систем связи и информатики, которые применяются в ВМФ России.



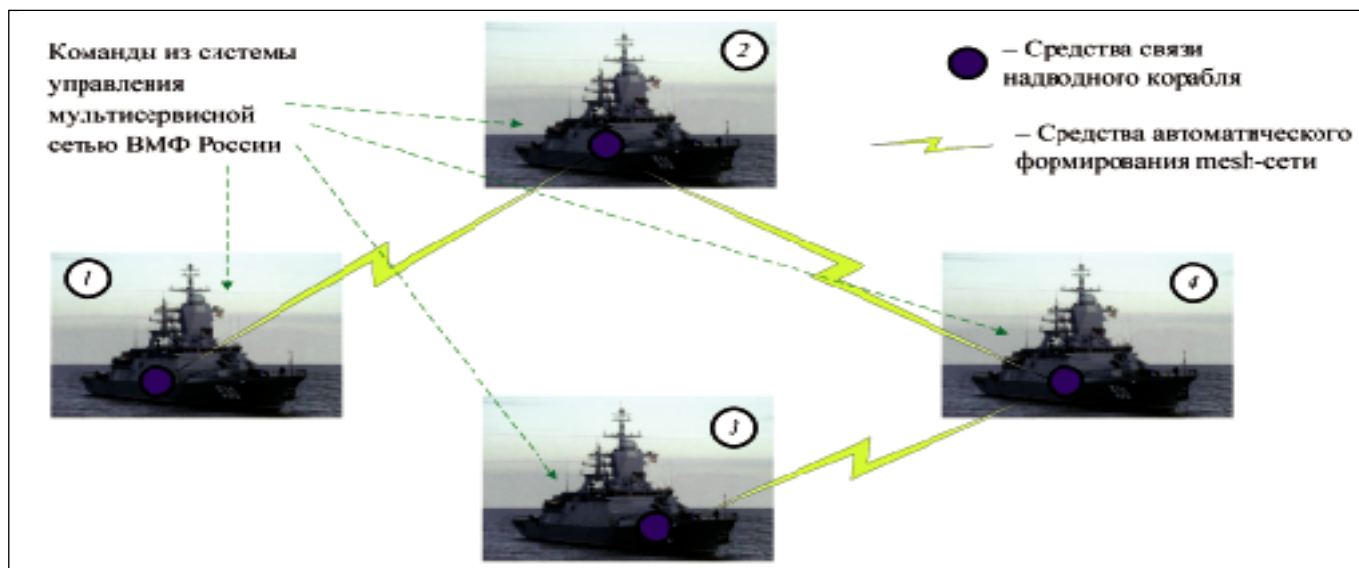


Рис. 3. Автоматическое формирование мультисервисной сети

### Заключение

Предлагаемый подход к реализации телекоммуникационной системы ВМФ России основан на самых перспективных направлениях развития отраслей “Электросвязь” и “Информатика”, адаптированных с учетом специфических требований военно-морских сил. Изложенные концептуальные положения базируются на результатах научных исследований, проведенных в организациях, в которых работают авторы данной статьи. Сформулированные концептуальные положения позволяют приступить к разработке всех основных аппаратно-программных средств, которые призваны вывести на качественно новый уровень систему связи ВМФ России, обеспечивая, тем самым, повышение обороноспособности государства.

### Литература

1. Катанович А.А., Нероба Г.С. Комплексы и системы связи надводных кораблей. – СПб.: Судостроение. 2006. 312 с.
2. Новосельцев В.И., Тарасов Б.В. Теоретические основы системного анализа. – М.: Майор. 2013. 536 с.
3. Междисциплинарность в науках и философии./ Под редакцией И.Т. Касавина. – М.: ИФРАН. 2010. 208 с.
4. Аттегов А.В., Галкин С.В., Зарубин В.С. Методы оптимизации. – М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана. 2001. 440 с.
5. Sokolov A., Sokolov N. Rational solutions for development of telecommunications networks// T-Comm “Телекоммуникации и транспорт”. 2014. № 6. С. 81 – 84.
6. Siganos G., Tauro S.L., Faloutsos M. Jellyfish: A Conceptual Model for the AS Internet Topology// Journal of Communications and Networks. 2006. Vol. 8. Issue 3. Pp. 339 – 350.
7. Гольдштейн Б.С., Соколов Н.А., Яновский Г.Г. Сети связи. – СПб.: БХВ. 2014. 400 с.
8. Вишневецкий В.М., Терещенко Б.Н. Разработка и исследование нового поколения высотных привязных телекоммуникационных платформ// T-Comm “Телекоммуникации и транспорт”. 2013. № 7. С. 20 – 24.
9. Острейковский В.А. Теория надежности. – М.: Высшая школа. 2008. 464 с.
10. Росляков А.В., Ваняшин С.В., Гребешков А.Ю., Самсонов М.Ю. Интернет вещей. – Самара: Издательство Ас Гард. 2014. 340 с.
11. Маслоу А.Г. Мотивация и личность. – СПб.: Евразия. 2001. 478 с.
12. Линдгрэн М., Бандхольд Х. Сценарное планирование. Связь между будущим и стратегией. – М.: Олимп-Бизнес. 2009. 256 с.
13. Пуха Г.П., Попов П.В., Чемиренко В.П., Жидков А.М. Интеллектуальная поддержка принятия решения в интересах управления связью ВМФ. Учебник./ Под общей редакцией Пуха Г.П. – СПб.: ВМА. 2015. 329 с.

### Разработка телекоммуникационной системы для ВМФ The development of telecommunications systems for Naval Fleet

В статье изложено мнение авторов по базовым принципам построения и развития телекоммуникационной системы для военно-морского флота России. Предлагаются решения, касающиеся выбора структуры мультисервисной сети, определения функциональных задач телекоммуникационной системы, составления перечня поддерживаемых услуг. Приводится пример использования предлагаемой телекоммуникационной системы надводными кораблями военно-морского флота.

*The article contains the authors' opinion on the basic principles of creation and development of telecommunication system for the Naval Fleet of Russia. The solutions related to choice of multiservice network structure, determination of functionality list of telecommunication system, and set of supported services are proposed. The example of discussed telecommunication system employment by surface ships of Naval Fleet is given.*

Ключевые слова: телекоммуникационная система, военно-морской флот, мультисервисная сеть, надежность, услуги, информационные потребности.

Keywords: telecommunication system, Naval Fleet, multiservice network, reliability, services, information needs.