



Особенности телекоммуникационной системы для кораблей ВМФ

ГРНТИ 78.25.33
УДК 623.61

С.М. ДОЦЕНКО, заместитель генерального директора ЗАО “Проектно-конструкторское бюро “РИО”, доктор технических наук, **Р.А. МАРКОСЯН**, генеральный директор, кандидат технических наук, **А.В. ПИНЧУК**, директор ООО “НТЦ ПРОТЕЙ”, **Н.А. СОКОЛОВ**, технический директор ООО “ПРОТЕЙ СпецТехника”, доктор технических наук

Введение

Перспективные принципы создания и развития телекоммуникационной системы (ТС), предназначенной для военно-морского флота (ВМФ), изложены в [1]. Один из важных компонентов рассматриваемой ТС — комплекс технических средств, устанавливаемых на кораблях ВМФ различного назначения. Ему присущи некоторые особенности, анализ которых служит предметом данной статьи.

Ниже рассматриваются три основных вопроса. Во-первых, изложены соображения, касающиеся выбора топологии сети. Во-вторых, анализируются характеристики, касающиеся пропускной способности ТС для гипотетического корабля ВМФ. В-третьих, прогнозируются требования, существенные с точки зрения поддержки перспективных услуг — телекоммуникационных и информационных.

Выбор топологии сети, создаваемой на корабле ВМФ

Длительность жизненного цикла корабля ВМФ в мирное время составляет примерно 20 лет [2]. Места размещения основных компонентов мультисервисной сети и трасс линейно-кабельных сооружений выбираются на этапе строительства корабля. С этой точки зрения возможности изменения тополо-

гии существенно ограничены. Следовательно, необходимо разработать устойчивое решение [3], инвариантное к возможным сценариям [4], определяющим изменение требований к функциональным задачам ТС. Пример такого решения приведен на рис. 1. В качестве выбранной топологии рассматривается граф произвольной структуры, образованный на базе двумерной решетки [5].

Для предложенной модели между узлами коммутации (УК) под номерами “1” и “N” показаны два маршрута, обозначенные римскими цифрами. Они не используют ресурсы между УК, имеющими смежные номера вида “нечетный — четный”, за исключением трасс между $УК_1$ и $УК_2$, а также $УК_{N-1}$ и $УК_N$. Ресурсы между УК со смежными номерами обычно задействуются для организации более коротких, а также дополнительных маршрутов при отказах различного рода, возникающих в линейно-кабельных сооружениях.

Штрихпунктирными линиями показаны три трассы, создаваемые для повышения надежности и живучести ТС корабля ВМФ. Обычно эти трассы создаются для соединения напрямую тех УК, между которыми предполагается обмен информацией большого объема. С этой точки зрения возможность повышения надежности и живучести ТС становится дополнительным полезным эффектом, порождаемым реализацией выбранной топологии линейно-кабельных сооружений.

Остовом транспортной сети, называемой также первичной [6], служит двумерная решетка. Дополнение этой топологии обусловлено перечисленными выше факторами. Следовательно, выбор реализуемой структуры транспортной сети может осуществляться на этапе разработки проектных решений. Важную роль играют прогностические оценки, так как все проектные решения реализуются с учетом длительности жизненного цикла корабля ВМФ. Следует учитывать, что применение в составе УК средств полупостоянной коммутации позволяет реализовывать практически любые структуры коммути-

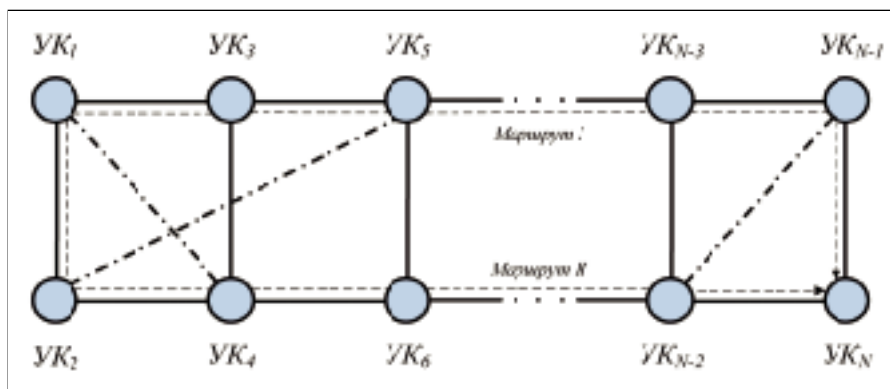


Рис. 1. Пример топологии мультисервисной сети гипотетического корабля ВМФ

руемых сетей [7]. Они известны также как вторичные сети [6].

По этой причине ошибки, возникающие при выборе структур коммутируемых сетей (или одной сети, если она создается как интегральная мультисервисная система), не столь критичны с точки зрения развития ТС в целом. Более сложная ситуация возникает при необходимости создания новых трасс, показанных для выбранной модели штрихпунктирными линиями, после завершения строительства корабля. Следовательно, достоверность прогностических оценок становится важным фактором долгосрочной эффективности ТС в составе корабля ВМФ.

Характеристики пропускной способности телекоммуникационной системы

Для оценки пропускной способности ТС уместно кратко вспомнить историю развития телекоммуникационных сетей двух типов: телефонной связи и передачи данных. Приведенный ниже исторический экскурс посвящен сравнению номиналов тех транспортных ресурсов, которые используются в сетях телефонной связи и передачи данных.

Для телефонной связи был определен необходимый каналный ресурс в виде полосы пропускания в диапазоне 300 — 3400 Гц [8]. При переходе к цифровым технологиям для этой полосы пропускания была выбрана скорость передачи 64000 бит/с [9], которую можно было снизить за счет использования различных методов сжатия. На скорости передачи 64000 бит/с можно

реализовать и так называемую широкополосную телефонию (Wideband Telephony), которая согласно Рекомендации Р.10/Г.100 сектора стандартизации Международного союза электросвязи обеспечивает диалог в полосе пропускания 100 — 7000 Гц.

Передача данных начала развиваться с номиналов скоростей, которые определялись единицами и десятками битов за секунду [10]. Специалисты старшего поколения помнят, с каким воодушевлением воспринимались публикации о достижении скоростей обмена данными в 600, 1200, 2400 и 9600 бит/с [11]. Появление цифровой техники передачи и коммутации сделало возможным обмен данными на скорости 64000 бит/с [9]. Казалось, что данная величина пропускной способности вполне достаточна для всех перспективных приложений. По всей видимости, в конце прошлого века прогнозы, содержащие оценки в единицы и, тем более, десятки мегабит в секунду, не стал бы публиковать ни один отраслевой журнал.

В 2003 г. был опубликован долгосрочный прогноз роста скорости для домохозяйств на период до 2025 г. [12] (нижняя кривая на рис. 2). Номинал 100 Мбит/с казался фантастическим. Даже родилась гипотеза, что прогноз “стимулирован” производителями кабелей с оптическими волокнами, так как достичь такой пропускной способности, используя абонентские линии с медными проводниками, казалось невозможным.

Верхняя кривая (рис. 2) построена по результатам анализа плана операторов связи на ближайшие

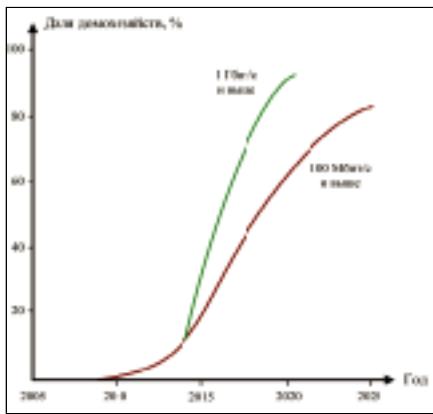


Рис. 2. Прогнозирование пропускной способности

годы [13]. Этот прогноз меняет предыдущее предсказание [12] практически на порядок. Естественно, “переносить” прогнозы, разработанные для скорости доступа в сети общего пользования, на задачи создания и развития ТС корабля ВМФ неправомерно, но тенденции и темпы роста исследуемой характеристики заслуживают тщательного анализа и последующего учета. Такой анализ — предмет отдельного исследования. Тем не менее, ряд положений вытекает из прогноза требований в части поддержки перспективных видов услуг.

Прогноз требований для поддержки перспективных видов услуг

Перспективные виды услуг (и телекоммуникационные, и информационные) в данном разделе статьи рассматриваются с точки зрения требований к ТС корабля ВМФ. С учетом специфики выбранного объекта первостепенное значение имеют показатели надежности и живучести [14]. В левой части рис. 3 показан фрагмент ТС, состоящий из четырех УК. Этим УК поставлены в соответствии вершины графа $a(i); i=k, k+3$. Ребра графа обозначены как $b(i, j); i=k, k+2, j=k+1, k+3$.

В правой части рис. 3 приведены соотношения для оценки коэффициента готовности при отсутствии трассы между $УК_k$ и $УК_{k+3}$, т. е. ребра $b(k, k+3)$ между вершинами графа $a(k)$ и $a(k+3)$ в модели, и наличии — значения $A_{от}$ и $A_{нт}$ соответственно. Величина p определяет вероятность нахождения любой трассы в работоспособном состоянии. Надежность всех вершин полагается абсолютной. Численные оценки при вполне достижимом значении $p=0,999$ показывают, что создание трассы, представленной в модели ребром $b(k, k+3)$, позволяет значительно повысить коэффициент готовности фрагмента ТС и снизить время простоя.

Выполнение задач, возлагаемых на корабль ВМФ, требует принятия решений на основе оперативной обработки информации. С этой точки зрения интересны услуги, которые должны поддерживаться с малыми задержками [15]. Для подобных услуг важным условием считается близость взаимодействующих устройств. Для корабля ВМФ, вследствие естественного ограничения его геометрических размеров, условие близости взаимодействующих устройств выполняется без дополнительных работ по перемещению телекоммуникационного оборудования и средств обработки информации. По этой причине услуги, требующие сверхмалых задержек при обмене информацией, могут быть успешно реализованы на кораблях ВМФ.

Еще одним важным классом услуг для ТС корабля ВМФ будут, по всей видимости, те функциональные возможности, которые именуются Интернетом вещей (Internet of Things) [16, 17]. В настоящее время прогнозы по практическому применению Интернета вещей свидетельствуют

об актуальности данного направления развития отраслей “Связь” и “Информатика”. Для кораблей ВМФ реализация концепции Интернета вещей обеспечит решение ряда важных задач, выходящих за сферы ответственности телекоммуникационной и информационной систем.

Заключение

Телекоммуникационной системе, предназначенной для кораблей ВМФ России, присущи специфические особенности. В статье были рассмотрены те из них, которые представляются важными и интересными для читателей журнала. Ряд существенных особенностей телекоммуникационной системы кораблей ВМФ не затронут в данной статье, эти пробелы будут восполнены авторами в будущем.

Литература

1. Доценко С.М., Маркосян Р.А., Пинчук А.В., Соколов Н.А. Разработка телекоммуникационной системы для ВМФ// Вестник связи. 2016. № 2. С. 19 – 23.
2. Катанович А.А., Нероба Г.С. Комплексы и системы связи надводных кораблей. – СПб.: Судостроение. 2006. 312 с.
3. Sokolov A., Sokolov N. Rational solutions for development of telecommunications networks// T-Comm “Телекоммуникации и транспорт”. 2014. № 6. С. 81 – 84.
4. Линдгрэн М., Бандхольд Х. Сценарное планирование. Связь между будущим и стратегией. – М.: Олимп-Бизнес. 2009. 256 с.
5. Евин Е.А. Введение в теорию сложных сетей/ Компьютерные исследования и моделирование. 2010. Том 2. № 2. С. 121 – 141.
6. Давыдов Г.Б., Рогинский В.Н., Толчан А.Я. Сети электросвязи. – М.: Связь. 1977. 360 с.
7. Соколов Н.А. Задачи планирования сетей электросвязи. – СПб.: Техника связи. 2012. 432 с.
8. Вемян Г.В. Передача речи по сетям электросвязи. – М.: Радио и связь. 1985. 272 с.
9. Лутов М.Ф., Жарков М.А., Юнаков П.А. Квазиэлектронные и электронные АТС. – М.: Радио и связь. 1988. 264 с.
10. Гуров В.С., Емельянов Г.А., Етрухин Н.Н. Передача дискретной информации и телеграфия. – М.: Связь. 1969. 559 с.
11. Зелигер Н.Б., Чугреев О.С., Яновский Г.Г. Проектирование сетей и систем передачи дискретных сообщений. – М.: Радио и связь. 1984. 176 с.
12. Crawford M., Verheye D. Residential Service Aggregation in the Second Mile/ Alcatel

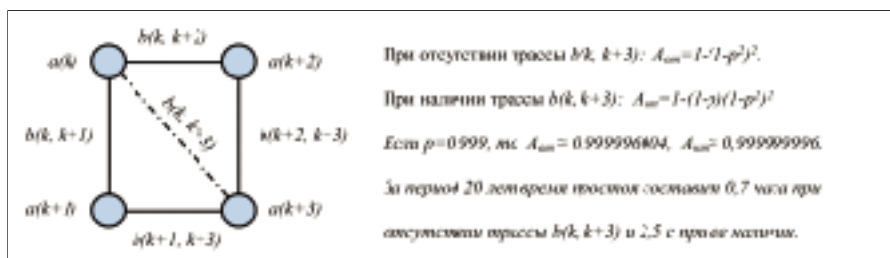


Рис. 3. Оценка надежности фрагмента телекоммуникационной системы

Telecommunications Review. 2nd Quarter 2003.

13. Соколов Н.А. Эволюция сетей доступа. Три аспекта// Первая миля. 2015. № 2. С. 56 – 61.

14. Острейковский В.А. Теория надежности. – М.: Высшая школа. 2008. 464 с.

15. Кучерявый А.Е., Маколкина М.А., Киричек Р.В. Тактильный Интернет. Сети связи со сверхмалыми задержками// Электросвязь. 2016. № 1. С. 44 – 46.

16. Бондарик В.Н., Кучерявый А.Е. Прогнозирование развития Интернета вещей на горизонте

планирования до 2030 года/ Труды МФТИ. 2013. Том 5. № 3. С. 92 – 96.

17. Соколов Н.А. Сценарии реализации концепции “Интернет вещей”//Первая миля. 2016. № 4. С. 50 – 54.

Особенности телекоммуникационной системы для кораблей ВМФ **Features telecommunication systems for Navy ships**

В этой статье изложено мнение авторов по трем ключевым принципам построения и развития телекоммуникационной системы для современного военного корабля. Во-первых, обсуждаются задачи выбора топологии сети. Во-вторых, анализируются характеристики, связанные с пропускной способностью телекоммуникационной системы для гипотетического военного корабля. В-третьих, приводятся прогностические оценки, которые важны с точки зрения поддержки перспективных телекоммуникационных и информационных услуг.

This article contains the authors' opinion related to three basic principles of creation and development of telecommunication system for the modern warship. Firstly, the choice of the network structure is discussed. Second, the characteristics associated with the capacity of the telecommunication system for a hypothetical warship are considered. Third, the forecasts concerning advanced telecommunications and information services are provided.

Ключевые слова: телекоммуникационная система, корабль, мультисервисная сеть, надежность, прогноз, Интернет вещей.

Keywords: telecommunication system, warship, multiservice network, reliability, forecast, Internet of Things.