Оценка необходимых и достаточных значений реальной пропускной способности военных систем передачи информации

Necessary and sufficient values of military system real handling capacity and information transfer assessment

Исаков / Isakov Y.
Евгений Евгеньевич
(isakoveenic@gmail.com)
доктор технических наук.
ФГКВОУ ВО «Военная академия связи имени Маршала Советского Союза С. М. Буденного» МО РФ (ВАС им. С. М. Буденного),
старший научный сотрудник.
г. Санкт-Петербург

Мякотин / Myakothin A.
Александр Викторович
(aleksandrmyakotin@gmail.com)
доктор технических наук.
ВАС им. С. М. Буденного,
профессор кафедры.
г. Санкт-Петербург

Кривцов / Krivtsov S.
Станислав Петрович
(staskriv@mail.ru)
ВАС им. С. М. Буденного,
старший преподаватель кафедры.
г. Санкт-Петербург

Жадан / Zhadan A.
Александр Павлович
(saha-zhadan87@yandex.ru)
Первый Государственный испытательный космодром МО РФ,
старший инспектор ревизор.
г. Мирный, Архангельская область

Басулин / Basulin D.
Денис Валерьевич
(ltybcrf58@gmail.com)
кандидат военных наук, доцент.
ВАС им. С. М. Буденного,
курсант факультета моноканальных телекоммуникационных систем связи.
г. Санкт-Петербург

Ключевые слова: военные системы передачи информации – military systems of information transfer; пропускная способность – capacity; канал тональной частоты – tone channel; канал связи – communication channel.

В работе приведены примеры нерационального использования значений пропускных способностей каналов тональной частоты в аналоговых системах передачи, что влечет негативные последствия значений показателей устойчивости аналоговой системы передачи. Статья описывает оценки необходимых и достаточных значений реальной пропускной способности военных систем передачи информации с применением в военной связи узкополосных и сверхузкополосных каналов связи, что позволит не только привести в соответствие современным требованиям, но и минимизировать все виды затрат на их производство, развертывание и эксплуатационное обеспечение.

Irrational use examples of handling capacities values with voice-frequency in the analog systems of transfer are given in this work that attracts negative consequences of stability measure of transfer analog system. The article describes assessments of necessary and sufficient values of real handling capacity of military systems of information transfer using military communication of narrow-band and super narrow-band communication channels that will allow not only bringing into compliance with modern requirements but also to minimize all cost types on their production, expansion and operational providing.

Начало XXI века охарактеризовалось переходом ведущих государств к мира к информационному воздействию на системы управления различного назначения. Причина этого – качественный скачок в развитии средств обеспечения управления и обмена информацией на основе информационных и телекоммуникационных технологий[1].

Для военных средств и комплексов связи (ВСКС) всегда имела приоритетную значимость объективная количественная оценка необходимых и достаточных для целей устойчивого военного управления значений канальной емкости (пропускной способности) систем передачи информации. Однако из-за отсутствия должной полигонной испытательной базы, предназначенной

4 2017.indd 133 12.12.2017 11:25:55

для организации комплексных мешающих воздействий состоящим на вооружении и вновь разрабатываемым образцам ВСКС, – подобного рода оценки и поныне продолжают осуществляться на субъективном (практически не подтвержденном) уровне. В результате этого в военной связи оказался запущенным негативный по конечным результатам процесс постепенного наращивания канальной емкости (скоростей передачи информации) ВСКС без каких-либо сопровождающих частных экспериментальных и прогностических оценок в количественных изменениях текущих значений их устойчивости ($P_У$).

Не стал исключением из этого «правила» и последний цикл, начало которому было положено в начале этого века. При этом в его рамках, в отличие от прошлых циклов перевооружений, было предусмотрено скачкообразное по сути наращивание канальной емкости (технической пропускной способности, значений $C_Т$) спланированных на перспективу ВСКС и одновременно для всех основных уровней военного управления.

Существо такого наращивания было сведено к одновременной и радикальной замене на основных уровнях военного управления прежних аналоговых каналов в составе аналоговых систем передачи (АСП) с полосами частот $\Delta f \approx 3$ кГц, – на особо широкополосные цифровые каналы и системы передачи, начиная от основного цифрового канала (ОЦК) ЦСП с штатной полосой $\Delta f \approx 400$ кГц, до цифровых каналов с еще большей кратностью (2, 4, 8, 16, 32, 64 и т.д.).

Фактически это послужило еще одним дополнительным свидетельством того, что в военной связи, как в прошлых, так и в нынешних программах вооружений, по-прежнему не учитываются в должной мере наличие и содержание особо многообразных и многопараметрических функциональных зависимостей в рамках ВСКС между их пропускной способностью.

В связи с вышеизложенным, становится актуальной следующая постановка вопроса:

«В рамках каких количественных значений $C_{Т\ ОПТ}$ ($N_{К\ ОПТ}$) должна реализовываться военная связь для обеспечения должных компромиссных соотношений между ее устойчивостью ($P_У$) и пропускной способностью ($C_Т$)».

Основной причиной нынешнего отсутствия содержательного ответа на подобного рода постановку вопроса продолжает служить отсутствие в военной связи должной базы для проведения комплексных испытаний на устойчивость разрабатываемых и принимаемых на вооружение ВСКС.

Вероятно, что на «осознание» необходимости наличия подобного рода базы, на ее создание, на последующее качественное развитие и на проведение соответствующих комплексных натурных испытаний опытных образцов ВСКС с учетом быстро прогрессирующих функциональных свойств современных средств информационного противоборства (ИП) может потребоваться достаточно много времени (реальных «подвижек» по этой части в настоящем пока не просматривается).

Вместе с тем сам процесс создания нового поколения ВСКС под приоритетные требования к типам сигналов электросвязи (цифровые) и к значениям их канальной емкости ($C_Т$) уже оказался запущенным. При этом в основу обоснования и содержания таких планов были положены утверждения о том, что «аналоговые системы передачи морально и физически устарели, не имеют реальных перспектив для дальнейшего их развития».

По аналогии с национальной гражданской связью, практически не использующую АСП и часть кабельной сети страны (с ее общей протяженностью более 1 млн. км), также реже используются и проводные симметричные линии военной связи с их общей протяженностью более 80 тысяч километров.

Однако с переходом гражданской связи на цифровые системы передачи (ЦСП) с применением волоконно-оптических линий связи (ВОЛС) она получила «взамен» массу новых реальных угроз от возможных внешних источников преднамеренных воздействий. Связано это с возможными внешними «принудительными» нарушениями конфигурации цифровых сетей связи и режимов их работы, с несанкционированным управлением сопряженных с ними ведомственными (военными) сетями связи, с принудительными нарушениями синхронизации, с вводом ложной информации, с несанкционированным отключением аппаратуры и каналов связи, с выводом ее из строя под воздействием электромагнитных импульсов (ЭМИ) и пр.

В результате появления подобного рода угроз (возможных внезапных по времени и месту кибератак), построенная на основе ЦСП гражданская система связи перестала служить должной опорой для военной связи, как это было в прошлом при ее построении на основе аналоговых (электрически независимых) систем передачи (АСП).

Вызывают сомнения и существующие ныне планы построения на территории РФ военной выделенной цифровой сети связи на основе ВОЛС. Связано это не только с особо высокой стоимостью подобного рода проекта, но и с потенциально низкой устойчивостью самой военной связи по таким линиям и сетям из-за наличия практически неразрешимых проблем в области их телекоммуникационной безопасности и потенциально низкой их защищенности различного рода от поражающих факторов, включая и ЭМИ.

Что же касается нынешней стационарной и мобильной компонентов военной связи, то основу их канального, узлового и линейного оборудования по-прежнему продолжают составлять АСП, хотя промышленный выпуск их каналообразующей части реально был прекращен уже более 40 лет тому назад [2].

Основными причинами их низкой устойчивости служат принятые в прошлом два подхода:

1) Построение АСП под принудительно задаваемые со стороны органов военного управления несоразмерно

4 2017.indd 134 12.12.2017 11:25:55

высокие (в ущерб устойчивости ВСКС) требования к числу их типовых каналов связи (десятки–сотни), что послужило основными причинами усложнения мобильной и стационарной компонентов военной связи.

2) Реализация фильтровой части оборудования АСП на дорогостоящих и особо громоздких *LC* компонентах. Произошло это вопреки уже известным национальным специалистам ещё в 70-х годах прошлого века принципам построения фильтровой части оборудования АСП на так называемых способах цифровой обработки сигналов (ЦОС) с уникальными оперативно-техническими и иными свойствами (позволяют многократно, в десятки раз, уменьшить массогабаритные показатели и энергопотребление применяемого телекоммуникационного оборудования и практически реализовать АСП с уникальными оперативно техническими и иными свойствами).

Несомненно, что негативную значимость здесь имело ранее и продолжает иметь отсутствие по настоящее время в интересах военной связи структуры Генеральных конструкторов, ответственных как за взаимоувязанное построение базовых образцов средств проводной, коротковолновой, ультракоротковолновой, радиорелейной, тропосферной и спутниковой связи, так и за учет их должного взаимодействия с разработчиками национальных средств и комплексов радиоэлектронной борьбы (РЭБ).

Еще тогда, в рамках прошлого промышленного производства АСП, военная связь так и не приобрела совокупность качественно новых для нее оперативно-технических свойств в части автоматизированного управления числом предоставляемых абонентам каналов связи ($N_К$), их полосами частот (Δf), их амплитудами (ΔU_l), их местоположением оси частот (F_l) и др.

Именно тогда (на стыке 60–70-х годов прошлого века) перестали развиваться способы для возможного построения военной мобильной и стационарной компонентов военной связи на основе АСП с ЦОС с гибкими оперативными функциями под приоритетные требования к значениям их устойчивости.

Этому же способствовали и принятые в последующие годы аналогичные для гражданской связи решения по радикальной замене в военной связи АСП на многоканальные и требующие больших ресурсов (полосовых, частотных и энергетических) ЦСП.

Существенным свойством морфологического подхода является его направленность на поиск полноты и общности вариантов. Он позволяет систематически выявить всю полноту возможных вариантов построения ПТСС СН [4].

В силу отмеченных выше причин это позволяет утверждать, что отечественная военная связь ныне продолжает находиться на не самом рациональном витке своего развития.

Подтверждением этому служит недостаточное понимание, что вопреки нынешнему принципу «чем больше число каналов связи и чем выше скорости передачи информации – «тем лучше», военная связь необходимо строить под приоритетом требований к значениям ее устойчивости.

Следует особо отметить, что при расчете достаточного числа каналов, или скоростей передачи информации под цели устойчивого военного управления в полной мере должны учитываться ограниченные физиологические возможности должностных лиц. Подобного рода учет давно и успешно принимается во внимание и расчет во многих сферах человеческой деятельности, именно такой учет только и позволяет создать должные технологические, технические, оперативные и иные предпосылки для рационального построения ВСКС с востребованными значениями устойчивости, для военной, экономической, эксплуатационной и иной эффективности.

Основой для такого учета и расчета служат известные положения о том, что «пропускная способность» («ПС») человека, т.е. максимальная скорость (бит/сек), с которой он может принимать и передавать информацию без его перегрузки, находится в пределах 3–10 бит/с.

Зона перегрузки составляет 20–100 бит/с, хотя при чтении про себя она может составлять 40–50 бит/с. При печати на клавиатуре такая скорость обычно составляет 14–26 бит/с.

Если же время выполнения оператором отдельных действий складывается из времени приема информации, ее анализа и переработки, осуществления управляющих воздействий, то на восприятие, например семизначного числа, затрачивается 1,2 с, на чтение слова из 10 букв ≈ 0,03 с, на набор на клавиатуре дисплея одного знака ≈ 0,6 с, выдачу команды голосом (5–6 слов) – 3 с.

Максимальное значение потока информации, который может обработать человек, лежит в районе 50 бит/с.

Максимальное значение информации, передаваемой человеком в разных видах деятельности, составляет: громкое чтение – 30 бит/с, корректорская работа – 18 бит/с, сложение двух цифр – 12 бит/с, счет предметов – 3 бит/с.

Если же темпы поступления входной информации превышают выше приведенные значения и продолжаются длительное время, то наступает стрессовый срыв деятельности оператора, вплоть до угрозы его здоровью.

Из сравнения приведенных выше данных со значениями возможных скоростей передачи информации на уровне отдельно взятых типовых каналов ТЧ АСП (обычно составляют $C \approx 30$–40 кбит/с), неизбежно следует вывод, что заложенные в них ресурсные возможности по скоростям (объемам) передачи информации более, чем на 1–2 порядка превышают фактические значения скоростей обмена информацией, обычно реализуемых на уровне реальных операторов связи. Именно этим объясняется, например, тот факт, что для каналов ТЧ АСП разработаны дополнительные «приставки» (напр. аппаратура цифрового уплотнения каналов – АЦУК; которая построена с применением методов

4 2017.indd 135 12.12.2017 11:25:55

ЦОС), обеспечивающих одновременную передачу по одному каналу ТЧ АСП до 4–8 и каналов связи коммерческого качества.

Именно для этих целей ныне существуют на национальном рынке зарубежные промышленные модемы типа *Robotics* 56k, *STX* и другие, рассчитанные на скорости передачи информации по таким каналам до 40–50 кбит/сек.

Это означает, что техническая пропускная способность типовых каналов ТЧ АСП (в значениях C_T бит/с) ныне реально задействуется на многократно меньшие значения.

Нерационально используется номинальная пропускная способность каналов ТЧ АСП и с применением 12-канальной аппаратуры тонального телеграфирования (C_T) с суммарной скоростью передачи всего лишь в $C_P \approx 600$ бит/с.

Не составляют здесь исключения и штатные средства многоканальной засекреченной связи в интересах до 6 абонентов одновременно. Построены они на тех же технологиях ЦОС и располагают суммарной (реальной, C_P) скоростью передачи по одному каналу ТЧ АСП до 20 кбит/с, что составляет ≈ 30% от его номинальной пропускной способности.

Вышеизложенное означает, что в результате применения в военной связи АСП со штатными значениями полосы частот каналов связи (Δf = 3.1 кГц) и числа самих каналов (обычно: 6, 12, 24, 60), реально имело ранее и продолжает иметь крайне расточительное и неэффективное (в ущерб требуемым значениям их устойчивости) использование технической пропускной способности (значений C_T) как аналоговых каналов связи, так и аналоговых систем передачи в целом.

Негативными последствиями этого продолжают служить заниженные значения показателей устойчивости как АСП, так и военной связи в целом.

В случае промышленной реализации парка АСП на методах ЦОС (цифро-аналоговых систем передачи с предлагаемой аббревиатурой ЦАСП) становится возможным его построение с гибкими свойствами в части качественного согласования пропускной способности каналов связи (по их числу и полосам частот) с функциональными возможностями самих операторов связи.

В таких случаях станет возможным предоставление абонентам каналов связи с полосами частот, начиная от нескольких Гц и с вариацией их размещения на оси частот.

Благодаря этому не исключаются возможности и для встречной работы таких средств с нынешним парком АСП, располагающим штатным размещением каналов связи на оси частот и штатными полосами частот (3100 Гц). Поэтому можно утверждать, что в случае промышленной разработки парка ЦААК открываются качественно новые возможности для построения ВСКС, военных линейных и сетевых структур с требуемыми значениями устойчивости.

В процессе построения и проектирования повседневных пунктов управления ключевую роль играет построение абонентских и внутренних сетей связи таким образом, чтобы должностные лица повседневного пункта управления могли в полном объёме использовать все возможности сети связи, а также с максимальным удобством пользоваться теми услугами связи, которые она может им предоставить. В связи этим стоит актуальный вопрос по расчёту состава внутренней телекоммуникационной сети связи повседневного пункта управления, который включает в себя 2 этапа [3].

На основе таких методов и средств вполне разрешимыми становятся задачи построения абонентской аппаратуры открытой телефонной связи с полосами частот всего в 50–100 Гц (с удельными скоростями передачи в 10–20 бит/Гц, засекреченной связи с полосами частот до 100–200 Гц).

Это означает, что востребованная под такую связь суммарная полоса частот на уровне 50–100 автономных информационных направлений не превысит всего нескольких кГц. Поэтому, например, на уровне полевой компоненты отпадет необходимость в применении громоздких узлов связи многоаппаратного состава с сопровождающей их проблематикой в области устойчивости.

Применение в военной связи узкополосных и сверхузкополосных каналов связи, организованных с учетом «ПС» самих операторов связи позволит не только привести в соответствие современным требованиям основные оперативно-технические и эксплуатационные характеристики ВСКС, но и минимизировать все виды затрат на их производство, развертывание и эксплуатационное обеспечение.

Литература

1. Коцыняк, М. А. Устойчивость информационно-телекоммуникационных сетей / М.А. Коцыняк, И.А. Кулешов, О.С. Лаута. – СПб.: Изд-во Политехнического университета, 2013. – 91 с.

2. Кривцов С.П. Методика расчёта количества оборудования и линий связи при построении сети внутренней телекоммуникационной связи на повседневном пункте управления / С.П. Кривцов // Труды учебных заведений связи. – 2016. – Т. 2, № 4. – С. 87–92.

3. Акимова, Л. А. Морфологическая модель полевой транспортной сети связи специального назначения / Л.А. Акимова, О.П. Жадан, И.Г. Стахеев // Труды учебных заведений связи. – 2016. – Т. 2, № 4. – С. 10–16.

4-2017.indd 136 12.12.2017 11:25:55