

ПРИНЦИПЫ ФОРМИРОВАНИЯ ИЕРАРХИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СЕТИ СВЯЗИ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

PRINCIPLES OF FORMING A HIERARCHICAL SYSTEM OF PERFORMANCE INDICATORS FOR THE OPERATION OF A SPECIAL PURPOSE COMMUNICATION NETWORK

V. Savvateev
M. Pylinsky
A. Zakharchenko
S. Krivtsov
M. Plut
V. Sarafannikov

Summary. The article summarizes the existing approaches to evaluating the functioning of the special purpose communication network as a multi-level and dynamic system, and offers a hierarchical system of quality indicators that takes into account different levels of influence from the enemy, which in the overall process of functioning of the system reveals the main and auxiliary sub-processes. The main one is the process of information exchange in the army management system, and the auxiliary one that provides information exchange is the performance indicators of the functioning process, if the condition of compatibility of technological components at all levels of interaction is met.

Keywords: special purpose communication network, properties, indicators, survivability, reliability, stability, connectivity, bandwidth, intelligence security.

Савантеев Виктор Владимирович

В/ч 92088

oregon47152@gmail.com

Пылинский Максим Валерьевич

К.воен.н., доцент, ФГКВООУ ВО «Военная академия связи им. Маршала Советского Союза С. М. Будённого»

(г. Санкт Петербург)

pylinskii.maksim@mail.ru

Захарченко Алексей Станиславович

В/ч 5583

zakharchenko_240@mail.ru

Кривцов Станислав Петрович

Старший преподаватель, ФГКВООУ ВО «Военная академия связи им. Маршала Советского Союза С. М. Будённого» (г. Санкт Петербург)

staskriv@mail.ru

Плут Михаил Николаевич

К.т.н., доцент, ФГКВООУ ВО «Военная академия связи им. Маршала Советского Союза С. М. Будённого»

(г. Санкт Петербург)

mplout@mail.ru

Сарафанников Виталий Семёнович

Н.с., ФГКВООУ ВО «Военная академия связи им. Маршала Советского Союза С. М. Будённого»

(г. Санкт Петербург)

sarafannikovvs@mail.ru

Аннотация. В статье обобщены существующие подходы к оценке процесса функционирования сети связи специального назначения как многоуровневой и динамической системы, и предложена иерархическая система показателей качества, учитывающая разно уровневые воздействия со стороны противника, которая в общем процессе функционирования системы раскрывает основной и вспомогательный под процессы. В качестве основного выступает процесс информационного обмена в системе управления войсками, а в качестве вспомогательного, обеспечивающего информационный обмен, выступают показатели эффективности процесса функционирования, при выполнении условия совместимости технологических составляющих на всех уровнях взаимодействия.

Ключевые слова: сеть связи специального назначения, свойства, показатели, живучесть, надежность, устойчивость, связность, пропускная способность, разведывательная защищенность.

Высокую степень теоретической и прикладной проработки задач оценки эффективности сетей связи специального назначения (СС СН) имеют научные работы целого ряда военных ученых [1–5, 8–9, 11]. В проведенных исследованиях разработаны методы, модели, методики и практические рекомендации по способам построения СС СН в различных условиях их применения, однако не в полной мере учитываются изменившиеся условия ведения современных боевых действий в вооруженных конфликтах и войнах нового поколения, изменившийся характер оперативных действий войск, возросшие требования со стороны системы управления (повышенные требования по устойчивости), иерархичность построения, высокая динамичность изменения структуры, необходимость перехода к автоматизированной системе управления войсками, уровень развития информационных и телекоммуникационных технологий, наличие приоритетности в обслуживании при ведении боевых действий и проведении контртеррористических операций.

В последнее время активно ведутся исследования в области развития как средств радиоэлектронного подавления (РЭП) и информационно-технического воздействия (ИТВ), так и способов защиты от их применения по отношению к элементам систем связи различных звеньев управления. К таким исследованиям можно отнести работы [2–5, 9]. Воздействие ИТВ, как правило, ориентировано на деградацию процессов информационного обмена в узлах связи, прекращение доступа к услугам связи и разрушение информационных потоков. Таким образом, описание эффектов такого воздействия связано с процессами обработки информационных потоков в узлах связи, с вопросами изменения структуры информационных потоков, с появлением свойств нестационарности и особенностями их дальнейшей обработки, с функциональной и структурной деградацией сети вследствие ограниченной доступности ее ресурсов.

Из множества свойств, присущих любому процессу (стационарность, последствие, устойчивость и т.п.), для характеристики процесса функционирования (ПФ) существенны так называемые операционные свойства, которые и определяют его качество как объекта исследования. Эффективность ПФ СС СН должна определяться на основе ее влияния на степень достижения цели функционирования вышестоящей системы, а именно системы управления. С одной стороны, цель — неотъемлемый атрибут системы (система для того и существует, чтобы ее реализовывать), с другой стороны, эта цель является составной частью (подцелью) цели функционирования вышестоящей системы [7].

Применительно к ПФ СС СН основными его атрибутами являются: результативность; ресурсоемкость;

оперативность. Результативность характеризуется получаемым целевым эффектом. Она обуславливается способностью СС СН давать целевой эффект (т.е. результат, ради которого организуется сеть). Ресурсоемкость характеризуется расходом операционных ресурсов всех видов (материально-технических, энергетических, информационных, временных, финансовых, людских и т.п.), потребных для ПФ СС СН и получения целевого эффекта. Оперативность характеризуется расходом операционного времени, т.е. времени, потребного для достижения цели операции [1].

Из всего сказанного следует, что качество ПФ СС СН не может быть охарактеризовано ни одним из перечисленных частных (единичных) свойств ее результатов в отдельности, а определяется их совокупностью — комплексом, включающим в себя три группы компонент (минимум три компоненты): Y_{ϕ_t} — показатель (вектор) виртуального целевого (позитивного) эффекта ПФ СС СН на т-м этапе операции (боевых действий); R_{ϕ_t} — показатель (вектор) виртуальных затрат ресурсов (побочных, негативных эффектов) на получение целевых эффектов ПФ СС СН на т-м этапе операции (боевых действий); T_{ϕ_t} — показатель (вектор) виртуальных затрат времени (побочных, негативных эффектов) на получение целевых эффектов ПФ СС СН на т-м этапе операции (боевых действий).

Тогда в соответствии с целевым предназначением предлагается иерархическая система показателей качества (ИСПК) (точнее, иерархическая система показателей качества результатов) ПФ СС СН $W_t^{ИСПК}$ на т-м этапе операции (боевых действий). Причем данная ИСПК обобщает показатели качества ПФ всех сетей связи, входящих в состав СС СН. Следует отметить, что СС СН строится по многоуровневому принципу, как организационно, так и технологически. Организационно СС СН делится на уровни в зависимости от принадлежности системы связи к тому либо иному звену управления, виду Вооруженных Сил (ВС), роду войск, специальных войск, других войск и воинских формирований ВС (министерств и ведомств). Кроме этого на уровни в транспортной сети: линии прямой командной связи между узлами связи пунктами управления (УС ПУ); опорные сети связи (ОСС) (полевые и стационарные) различных видов ВС, родов войск, специальных войск, других войск и воинских формирований ВС (министерств и ведомств); территориальной сети связи (ТСС) ВС; используемый ресурс единой сети электросвязи сети связи общего пользования (ЕСЭ ССОП). Технологические уровни представляют собой наложенные сети, использующие различные технологии построения и функционирования сетей связи. Взаимодействие на технологических уровнях происходит согласно эталонной модели взаимодействия открытых систем.

Критерий пригодности ИСПК ПФ по результатам (оценивающий качество результатов) приобретает следующее выражение:

$$W_{\tau}^{\text{ИСПК}} \in \{W_{\text{доп}}^{\text{ИСПК}}\}, \tag{1}$$

где $W_{\text{доп}}^{\text{ИСПК}}$ — область допустимых значений системы показателей качества $W_{\tau}^{\text{ИСПК}}$ результатов ПФ СС СН.

Далее в общем процессе функционирования СС СН выделяются основной и вспомогательный подпроцессы. В качестве основного выступает процесс информационного обмена в системе управления войсками (СУВ). Согласно [1, 10], качество информационного обмена в СУВ характеризуется своевременностью, достоверностью, безопасностью.

В качестве вспомогательного подпроцесса, обеспечивающего информационный обмен, выступает ПФ самой СС СН, который, в свою очередь, характеризуется свойствами пропускной способностью, устойчивостью, разведывательной защищенностью, управляемостью, а также затратами на его организацию, при выполнении условия совместимости технологических составляющих на всех уровнях взаимодействия.

Соответственно, ИСПК $W_{\tau}^{\text{ИСПК}}$ включает показатели качества, характеризующие оценку наиболее существенных свойств процесса информационного обмена $W_{\tau}^{\text{ИО}}$, а также ПФ СС СН как $W_{\tau}^{\text{СС}}$.

$$W_{\tau}^{\text{ИСПК}} = [W_{\tau}^{\text{ИО}}; W_{\tau}^{\text{СС}}] = [P_{\tau}(t_{\text{ДС}} \leq t_{\text{ДС зад}}); R_{\tau}; P_{\text{Дт}}; P_{\text{Бт}}]. \tag{2}$$

Для количественной характеристики свойств качества связи как целенаправленного процесса обмена информацией в СУВ вводятся соответствующие показатели.

$$W_{\tau}^{\text{ИО}} = [P_{\text{ДСт}}^{\text{ИО}}; P_{\text{Дт}}^{\text{ИО}}; P_{\text{Бт}}^{\text{ИО}}; R_{\tau}^{\text{ИО}}], \tag{3}$$

где $P_{\text{ДСт}}^{\text{ИО}}$ — вероятность своевременной доставки сообщений выступает показателем качества информационного обмена в СУВ на т-м этапе операции (боевых действий); $P_{\text{Дт}}^{\text{ИО}}$ — показатель, характеризующий достоверность передачи сообщений в процессе информационного обмена, в СУВ на т-м этапе операции (боевых действий); $P_{\text{Бт}}^{\text{ИО}}$ — показатель, характеризующий выполнение требований информационной безопасности в процессе информационного обмена, в СУВ на т-м этапе операции (боевых действий); $R_{\tau}^{\text{ИО}}$ — показатель, характеризующий необходимое количество ресурса сил и средств связи в процессе информационного обмена, в СУВ на т-м этапе операции (боевых действий).

В свою очередь, ПФ самой СС СН характеризует система показателей наиболее существенных свойств $W_{\tau}^{\text{СС}}$

$$W_{\tau}^{\text{СС}} = [V_{\text{ПСт}}^{\text{СС}}; H_{\text{устт}}^{\text{СС}}; J_{\text{РЗт}}^{\text{СС}}; I_{\text{инт}}^{\text{СС}}; R_{\tau}^{\text{СС}}], \tag{4}$$

где $V_{\text{ПСт}}^{\text{СС}}$ — показатель, характеризующий пропускные способности (производительности) элементов СС СН на т-м этапе операции (боевых действий); $H_{\text{устт}}^{\text{СС}}$ — показатель, характеризующий устойчивости элементов СС СН на т-м этапе операции (боевых действий); $J_{\text{РЗт}}^{\text{СС}}$ — показатель, характеризующий разведзащищенности элементов СС СН на т-м этапе операции (боевых действий); $I_{\text{инт}}^{\text{СС}}$ — показатель, характеризующий функциональную совместимость элементов СС СН на т-м этапе операции (боевых действий); $R_{\tau}^{\text{СС}}$ — затраты ресурсов на построение и функционирование СС СН на т-м этапе операции (боевых действий).

На рисунке схематично представлена иерархическая система показателей качества. Множество воздействий со стороны системы дестабилизирующих воздействий на все организационные и технологические уровни СС СН со стороны противника зависят от сил и средств разведки при ведении боевых действий и проведении контртеррористических операций. В процессе функционирования подсистемой разведки со стороны системы воздействия формируется так называемая «картина наблюдения», идентифицирующая с определенной вероятностью $P_{\text{вскрл}}$ за время $t_{\text{вскрл}}$ элементы (объекты) СС СН на разных уровнях взаимодействия и ее конфигурацию. Для выработки решений идентифицируемые классы зададим совокупностью признаков (параметров), характеризующих идентифицируемые тип объекта, режим его функционирования, а также расположение на разведываемой территории. Тогда при идентификации объекта (элемента) СС СН устанавливается совокупность величин $P_{\text{вскрл}}(\alpha_m, \beta_p, \gamma_{pn})$, задающих вероятность того, что объект (элемент) СС СН на l-ом уровне имеет тип α_m , функционирует в режиме β_p и находится в районе γ_{pn} [1, 11].

Тогда, в качестве показателя, характеризующего разведзащищенность v-го элемента СС СН на l-м организационном уровне определим:

$$J_{\text{рзвл}}(t) = f\{P_{\text{вскрл}}(\alpha_{\text{tv}}), P_{\text{вскрл}}(\beta_{\text{pv}}), P_{\text{вскрл}}(\gamma_{\text{pnv}}), t_{\text{ф}}\}. \tag{5}$$

По результатам процесса вскрытия на основании в том числе недостаточной разведывательной защищенности противником принимается решение на использование имеющегося ресурса для подавления (поражения) объектов (элементов) СС СН. Соответственно, функционирование СС СН, сопровождается динамическим или стохастическим изменением значений множества параметров на различных ее уровнях, которые в условиях противоборства определяются множеством преднамеренных воздействий на различных уровнях $\mu_i(t_n)$.

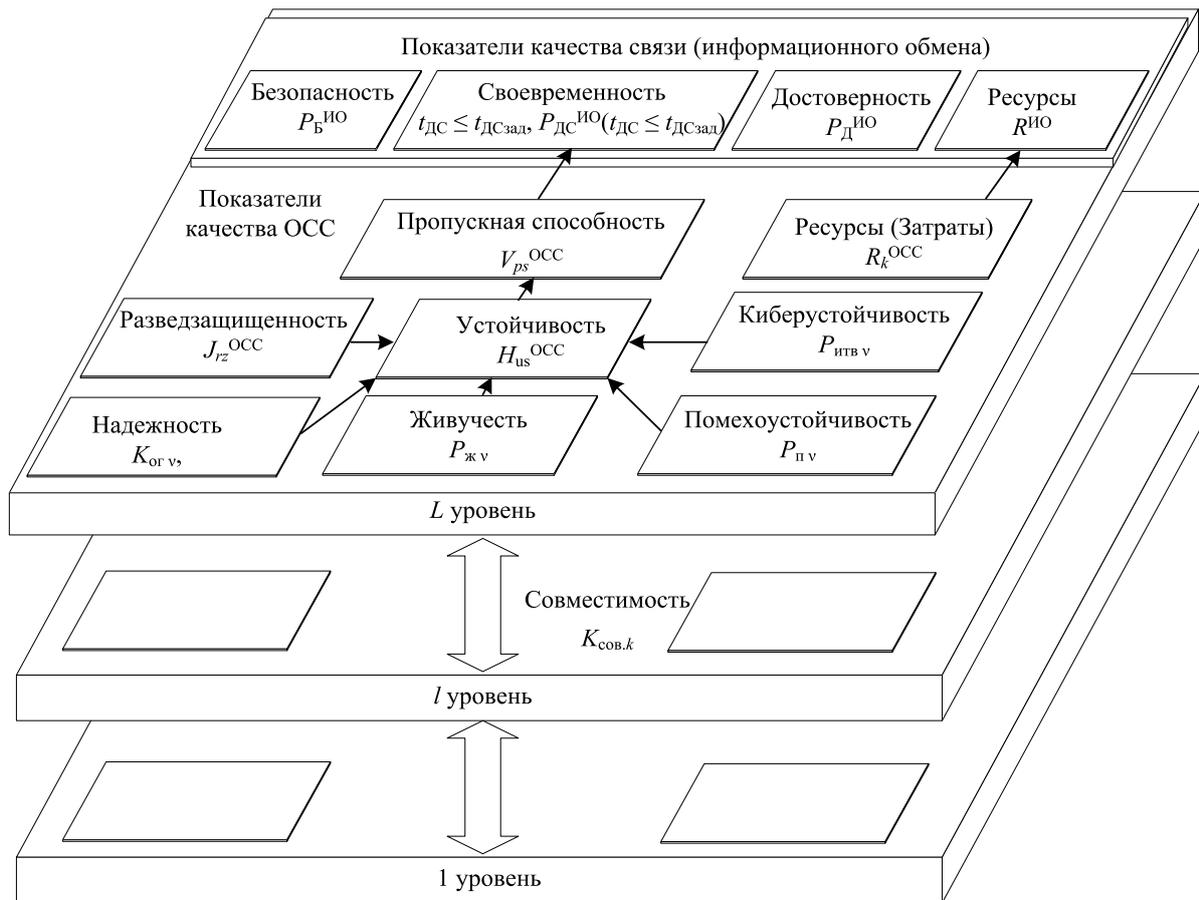


Рис. 1. Иерархическая система показателей качества СС СН.

Традиционно процессы функционирования СС СН в условиях преднамеренных воздействий рассматриваются на каком-либо одном организационном уровне (например, первичной сети связи, полевой опорной сети связи, территориальной сети связи, сети электросвязи общего пользования и т.п.) [1, 2, 3, 11]. Однако, наиболее вероятным сценарием является использование на разных уровнях не критичных динамических воздействий, незначительно снижающих качество функционирования отдельных сетей на определенном уровне, эффект которых отображается на функционирование СС СН в целом. На разных организационных уровнях могут использоваться точечные физические (огневое, действия сил специальных операций), радиоэлектронные (радиоэлектронное подавление, радиоэлектронное поражение, функциональное поражение), информационные (кибератаки, информационно-техническое воздействие), ориентированные на блокировку или нарушение функционирования критических направлений связи, что приведет к потере устойчивости всей системы. Процесс $\mu(\tau_n)$, характеризующий эффект подавления (поражения) СС СН, описывается совокупностями величин: $(P_{РЭ-П,ij}; P_{пор,ij}; P_{ИТВ,ij})$ — вероятность поражения (подавления)

v -го объекта (элемента) СС СН на l -ом уровне при воздействии по нему средствами поражения (подавления) определенного типа.

Что же касательно технологических уровней. Согласно [4, 5], к СС СН относится коммуникационная группа протоколов (физического, канального, сетевого и транспортного уровней), согласующих СС СН с системой обработки информации. Тогда, показатель устойчивости v -го элемента СС СН на l -м организационном уровне является обобщенным показателем, характеризуемым живучестью $P_{ЖВ}(t)$, помехозащищенностью $P_{ПВ}(t)$ и технической надежностью $K_{ОГ,В}(t)$, а также устойчивостью от информационно-технических воздействий элементов $P_{ИТВ,В}(t)$, входящих в ее состав. Этими показателями предлагается оценивать устойчивость СС СН на физическом и канальном уровне. На сетевом уровне комплексной характеристикой СС СН, наиболее полно отражающей сущность ее функционирования и структуру, является связность направления связи $P_{СВК}(t)$.

С точки зрения информационного обмена на транспортном уровне СС СН — представим совокупностью на-

правлений связи и элементов, образующих их в составе узлов связи (маршрутизаторов, коммутаторов и т.д.) и их взаимосвязей. Функциональную взаимосвязь направлений связи в ходе информационного обмена учётом коэффициентом связности α_k [1].

Предлагается коэффициент связности α_k k -го направления связи учитывать через степень посредничества узлов σ_a :

$$\alpha_k = \frac{\sum_{b=1}^B \sum_{v=1}^V \sigma_{abv}}{\sum_{k=1}^K \sum_{b=1}^B \sum_{v=1}^V \sigma_{abv}}, \tag{6}$$

где B — количество маршрутов в составе k -го направления связи, V — количество вершин в составе b -го маршрута, k -го направления связи, b_{av} — коэффициент посредничества v -го элемента пути, K — количество направлений связи. При следующем ограничении

$$\sum \alpha_k(t) = 1.$$

Значение узла для сети тем больше, чем в большем количестве путей он задействован. Поэтому, полагая, что обмен данными происходит по кратчайшим путям между двумя узлами, можно измерить количественно значение узла с точки зрения посредничества, определяемого количеством кратчайших путей, проходящих через узел. Эта характеристика отражает роль данного узла в установлении связей в сети. Узлы с наибольшим посредничеством играют главную роль в установлении связей между другими узлами в сети. Посредничество σ_a узла a определяется по формуле:

$$\sigma_a = \sum_{i \neq j} \frac{b(i, a, j)}{b(i, j)}, \tag{7}$$

где $b(i, j)$ — общее количество маршрутов (путей) между вершинами i и j , $b(i, a, j)$ — количество маршрутов (путей) между вершинами i и j , проходящих через вершину a . Величина посредничества вершины σ_a определяет степень важности соответствующего ей узла связи при маршрутизации информационных потоков, то есть, чем выше σ_a , тем большее количество транзитных маршрутов, проходящих через узел связи a , будут нуждаться в перенаправлении в случае его отказа [10].

Для различных структур величина показателя степени посредничества может принимать значения $\sigma_a = 0 \dots 1$. Так, для радиальной структуры сети связи $\sigma_a = 1$, не зависимо от общего количества узлов в сети, а для структур с равномерным распределением линий в сети $\sigma_a \cong 0$. Сети с $\sigma_a \cong 1$ имеют ограниченное число ярко выраженных «патологических» вершин, поражение которых повлечет практическое разрушение сети. С другой стороны при значениях показателя $\sigma_a \cong 0$ все направления связи являются практически «равноценными» с точки

зрения структурной связности, а значит сеть связи в данном случае является потенциально более устойчивой.

Функциональная взаимосвязь элементов сети в ходе информационного обмена зависит, в том числе, и от деструктивных воздействий на СС СН, поэтому изменение во времени взаимосвязи элементов учётом динамическим коэффициентом связности элементов СС СН:

$$\alpha_k(t_{дв}) = \alpha_k \left(1 - \exp \left(-\frac{t}{\tau_{отк}} \right) \right), \tag{8}$$

где α_k — исходное значение коэффициента связности k -го направления связи; t — текущее время; $\tau_{отк}$ — средняя продолжительность отказа направления связи вследствие деструктивного воздействия на СС СН [4].

СС СН, как правило, включает в себя объединение различных ведомственных сетей, имеющих, различные принципы построения, сетевые технологии доставки и/или защиты информации, и/или программно-аппаратные средства. Что приводит к проблеме организации их эффективного взаимодействия, которая решается посредством разработки сетевых центров сопряжения разного уровня иерархии. К таким сетевым центрам сопряжения можно отнести: на физическом уровне — конвертор «медь-оптика»; на физическом и канальном уровне — коммутатор, мост; на физическом, канальном и сетевом уровне — маршрутизатор объединяющий две подсети IP; на физическом, канальном сетевом и транспортном уровне — маршрутизаторы, работающие с портами UDP, TCP, IPsec; на сеансовом уровне — конвертор сигнализации SIP — H.323; на уровне представления и прикладном уровне — Swith Cjntrol Point — контроллер точек доступа в интеллектуальных сетях.

Существенную роль в определении вероятности связности направления связи в данном случае играет физическая совместимость (интероперабельность) субэлементов между разными элементами сети $K_{совb}$ b -го маршрута, которая определяется совместимостью со средой передачи $K_{СПб}$ и совместимостью оборудования разных производителей $K_{техн. в}$, используемого в настоящее время в различных СС СН.

Критерий совместимости со средой передачи, отображает совместимость той или иной технологии построения сетей связи с разными типами среды передачи (ВОЛС, радио, медный кабель и т.п.). Оценивается путем установления четкого соответствия того или иного набора сред передачи тому или иному значению. Совместимость оборудования разных производителей — критерий, отображающий возможность использования оборудования, необходимого для построения сети связи с помощью той или иной технологии, выпускаемого разными производителями.

Соответственно, $P_{свк}(t)$ k -го направления связи будет определяться для тех маршрутов и линий связи где выполняются требования по совместимости, маршруты и линии связи которые по причине отсутствия соответствующих сетевых центров сопряжения не представляется возможным организовать из дальнейшего анализа исключаются. Поэтому при решении практических задач физическая трактовка коэффициентов совместимости должна учитываться.

Что же касательно структурной надёжности сети связи, с учётом применяемых методов резервирования, то надёжность сети характеризуется надёжностью каналов передачи (трактов связи), которые обеспечивают передачу сообщений между любой заданной парой узлов. При этом готовность — это состояние, при котором сохраняется способность передачи информации между любой заданной парой узлов. В свою очередь сбой и отказ — нарушение готовности, заключающееся в прекращении передачи сообщений длительностью более заданного предела вследствие возникновения технико-эксплуатационного отказа, сбоя в системе синхронизации и т.д. Для аналоговых каналов критерием отказа принят перерыв в передаче сообщений более 10 с, в качестве критерия сбоя принят перерыв в передаче сообщений менее 0.3 с [6]. В цифровых каналах и трактах передачи надёжность оценивается по критерию отказа, характеризуемого перерывом связи более 10 с. При этом надёжность каналов передачи характеризуется коэффициентом готовности по отказам K_c (сбоям).

Коэффициент готовности K_c должен определять не только долю времени работоспособного состояния сети при отказе ее отдельных элементов с учетом времени на восстановление элементов, но и время реакции системы управления связью (системы сигнализации на диагностику отказа и восстановление связи или реконфигурацию). Особенно при функционировании СС СН, когда в ее состав интегрируется большое количество взаимодействующих сетей связи, в том числе сегменты ЕСЭ. Кроме того, для современных сетей связи само понятие отказа несколько отличается от принятого. Сеть должна реагировать не только на полную утерю работоспособности элементом, но и на частичное понижение его характеристик, приводящее к превышению времени доставки сообщения (пакета). Таким образом, особенно при функционировании СС СН на сетевом и транспортном уровне проявляются в форме зависимости значения коэффициента готовности $K_{Гk}$ k -го направления связи от временных параметров отказов и восстановления:

$$K_{Гk} = f(T_{уокk}, T_{ожкk}, T_{реккk}, T_{бокk}, T_{восм.kk}), \quad (9)$$

где $T_{уокk}$ — время установления отказа k -го направления связи, $T_{ожкk}$ — время ожидания восстановления свя-

зи в k -м направлении связи, $T_{рек.k}$ — время переключения на новый маршрут или реконфигурации путей в k -м направлении связи, $T_{бок}$ — среднее время работы между отказами или безотказной работы k -го направления связи, $T_{восм.k}$ — время непосредственного восстановления связи в k -м направлении связи.

Тогда полная устойчивость на всех организационных и технологических уровнях будет определяться следующей функциональной зависимостью

$$H_{уствл}^{СС}(t) = f\{K_{орv}(t); P_{жv}(t); P_{пv}(t); P_{итвv}(t); P_{свк}(t); \alpha_k(t); K_{Гk}(t); t_{\phi}\}. \quad (10)$$

Вероятность $P_{дсг}^{ИО}$ в данном случае назовем — вероятностью достижения цели ПФ и является показателем эффективности ПФ СС СН, т.е. мера степени достижения цели. Кроме этого, для оценки показателя вероятности своевременной доставки сообщения, проведен выбор и обоснование показателей устойчивости и разведзащищенности СС СН в процессе функционирования на разных ее уровнях и предложено следующее аналитическое выражение:

$$P_{дсг} = f\{P_{пк}, K_{Гk}, P_{св}, \Lambda\}, \text{ при } (t_{дсг} \leq t_{дсг\text{ зад}}), \quad (11)$$

где $P_{пк}$ — вероятность безошибочной доставки пакета k -го направления связи, $P_{свк}(t)$ — вероятность связности k -го направления связи, $K_{Гk}$ — коэффициент готовности k -го направления связи, Λ_k — интенсивность входного потока запросов на передачу сообщений (пакетов) k -го направления связи; $t_{дсг\text{ зад}}$ — заданное значение максимального времени доставки пакета [].

В соответствии с (3) другим важным свойством СС СН является достоверность связи. Требуемая достоверность связи на реальных каналах передачи обеспечивается применяемыми телекоммуникационными протоколами. При этом качество каналов передачи нормируется на основе показателей ошибок. В результате обеспечение достоверности передачи сообщений приводит к возрастанию дополнительной служебной нагрузки на сеть связи (снижению её эффективной пропускной способности), что должно учитываться при моделировании процессов функционирования сети связи и расчёте показателей своевременности [6]. Процесс обеспечения достоверности связи, а также задачи выбора конкретных показателей и критериев оценки достоверности связи относится к самостоятельным научным задачам на основе теории связи.

Вопросы безопасности обслуживания и безопасности информационного обмена в общем случае составляют проблему информационной безопасности [9]. При этом под информационной безопасностью сети связи понимается её свойство сохранять неизменны-

ми характеристики информационной безопасности — конфиденциальность, целостность, доступность и подотчётность информационной в условиях возможных воздействий нарушителя. В свою очередь под обеспечением качества обслуживания сети связи в условиях возможных воздействий нарушителя на её информационную сферу понимается обеспечение средствами сети гарантируемой совокупности измеряемых и регулируемых показателей качества функционирования, характеризующих заданный уровень информационной безопасности [9].

Выводы

1. Основным объектом исследования теории эффективности является ПФ самого объекта исследования (в данном случае системы связи). При этом цель исследования — выявление факторов, обуславливающих основные (существенные для анализа) свойства ПФ СС СН, анализ влияния этих факторов на качество ПФ СС СН, т.е. на его соответствие целям функционирования, определение принципов, путей и методов организации (планирования и обеспечения), построения (синтеза и проектирования) и последующего управления ПФ СС СН, обеспечивающих его наивысшее качество.
2. В общем случае эффект качественно может быть, как положительным (позитивным), так и отрицательным (негативным), однако при определении

показателя качества результатов операции речь идет всегда о положительном (по смыслу, а не по значению) эффекте. Поэтому эффективность — это не просто способность давать эффект, а именно действенность такой способности, т.е. результативность, соотнесенная с затратами ресурсов всех видов (материальных, энергетических, информационных, временных, людских и т.п.).

3. Предлагается в процессе функционирования СС СН выделить основной и вспомогательный подпроцессы. В качестве основного — процесс информационного обмена в СУВ (процесс обеспечения связью). В качестве вспомогательного подпроцесса, обеспечивающего информационный обмен — ПФ самой СС СН. Кроме этого установлено, что устойчивость функционирования сети необходимо оценивать на разных организационных и технологических уровнях, в условиях разноуровневого и комплексного воздействия на СС СН со стороны противника.
4. Представленная система показателей качества является основой для разработки подходов и научно-практических предложений по оценке эффективности функционирования СС СН, выявлению слабых мест в разрабатываемых, планируемых и проектируемых сетях при ведении боевых действий и проведении контртеррористических операций, что позволит повысить эффективность технической основы системы управления.

ЛИТЕРАТУРА

1. Боговик, А. В. Эффективность систем военной связи и методика ее оценки / А. В. Боговик, В. В. Игнатов. — СПб.: ВАС, 2006. — 184 с.
2. Величко В. В. Модели и методы повышения живучести современных систем связи / В. В. Величко, Г. В. Попков, В. К. Попков. — М.: Горячая линия — Телеком, 2016. — 270 с.
3. Исаков, Е. Е. Технологические проблемы построения транспортных сетей систем военной связи / Е. Е. Исаков. — СПб.: ВАС, 2004. — 328 с.
4. Коцыняк М. А., Осадчий А. И., Коцыняк М. М., Лаута О. С., Деметьев В. Е., Васюков Д. Ю. Обеспечение устойчивости информационно-телекоммуникационных систем в условиях информационного противоборства. — СПб.: ЛО ЦНИИС, 2015. — 126 с.
5. Макаренко, С. И. Описательная модель сети связи специального назначения // Системы управления, связи и безопасности. 2017. № 2. С. 113–164.
6. Мошак, Н. Н. Методология моделирования и анализа процессов функционирования пакетных мультисервисных сетей // Н. Н. Мошак, А. И. Яшин, Е. В. Давыдова / Электросвязь, № 4, 2015. — С35–39.
7. Петухов Г. Б. Методологические основы внешнего проектирования целенаправленных процессов и целеустремленных систем / Г. Б. Петухов, В. И. Якунин. — М.: АСТ, 2006. — 504 с.
8. Пирогов, Ю. А. Методология исследования систем и сетей военной связи: Учебн. пособие. — СПб.: ВАС, 2016–164 с.
9. Стародубцев Ю. И., Бегаев А. Н., Давлятова М. А. Управление качеством информационных услуг. СПб.: Изд-во Политехн. унта, 2017. 454 с.
10. Стекольников Ю. И. Живучесть систем. — СПб.: Политехника, 2002. — 155 с.
11. Сызранцев, Г. В. Теоретические и научно-методические основы обеспечения построения сложных организационно-технических систем военной связи в локальных войнах и вооруженных конфликтах: моногр. / под ред. А. Г. Ермишяна. — СПб.: ВАС, 2007. 180 с.

© Савантеев Виктор Владимирович (oregon47152@gmail.com), Пылинский Максим Валерьевич (pylinskii.maksim@mail.ru),
Захарченко Алексей Станиславович (zakharchenko_240@mail.ru), Кривцов Станислав Петрович (staskriv@mail.ru),
Плут Михаил Николаевич (mplout@mail.ru), Сарафанников Виталий Семёнович (sarafannikovvs@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»