Постановка задачи синтеза структуры мультисервисной сети связи ограниченного пользования и способ её решения

Setting the task of synthesizing the structure of multi-service network of limited use and ways to solve it

Журавель / Zhuravel E.

Евгений Павлович

(eshur@rubin-spb.ru)

кандидат технических наук.

АО "Научно-исследовательский институт "Рубин",

главный специалист производственно-научного центра.

г. Санкт-Петербург

Ключевые слова:мультисервисная сеть связи — multi-service communication network; жизненный цикл — life cycle; устойчивость — stability; безопасность — security; способ синтеза структуры — way to synthesize structure.

В статье рассмотрена обобщённая постановка задачи синтеза структуры мультисервисной сети связи ограниченного пользования, обоснованы важность и актуальность её решения, сделан подход к формализации данной задачи, сформулированы способ и правило её решения.

The article considers setting a generalized task of synthesizing the structure of multi-service communication network of limited use, offers proof of its importance and topicality, shows approaches to formalizing the problem and formulates its solution and solution rule.

В соответствии с федеральным законом (ФЗ) "О связи" единая сеть электрической связи (ЕСЭС) является сетевой основой всех телекоммуникаций Российской Федерации (РФ) и состоит из сетей связи общего пользования, выделенных сетей связи, технологических сетей связи, присоединенных к сети связи общего пользования, и сетей связи специального назначения [1]. В общем составе сетей связи, входящих в ЕСЭС, сеть связи общего пользования является доминирующей, обслуживает подавляющее число пользователей ЕСЭС и определяет устойчивость функционирования ЕСЭС в целом. Выделенные сети связи, технологические сети связи и сети связи специального назначения образуют группу сетей связи ограниченного пользования (ОгП) ЕСЭС РФ и представляют собой сетевую инфраструктуру хозяйствующих субъектов, органов государственной власти и местного самоуправления, государственных структур в сфере обороны, безопасности и охраны правопорядка.

Основным видом телекоммуникационной сети связи сетей связи всех категорий ЕСЭС РФ является мультисервисная сеть связи (МССС) с использованием преимущественно пакетных методов передачи, представляющая собой совокупность телекоммуникационных и информационных ресурсов, совместная эксплуатация которых направлена на удовлетворение потребностей пользователей ЕСЭС в традиционных и перспективных услугах связи. В МССС организации связи операторского уровня выделяют сети связи общего пользования, которые предоставляют услуги связи конечным пользователям, и технологические сети связи, которые обеспечивают как управление услугами и телекоммуникационным оборудованием (ТКО) сетей связи общего пользования, так и предоставление услуг с использованием тех или иных протоколов взаимодействия.

В соответствии с п. 3 ст. 12 ФЗ [1] организации связи сетей связи всех категорий ЕСЭС РФ обязаны создавать системы управления (СУ) своими сетями связи, соответствующие установленному в ФЗ [1] порядку их взаимодействия. Реализацию СУ МССС ОгП ЕСЭС РФ целесообразно осуществлять в соответствии с рекомендациями международного телекоммуникационного форума [2] с использованием подхода к процессам разработки, внедрения и эксплуатации нового поколения СУ и программного обеспечения функционирования организации связи (New Generations Operations System and Software, NG OSS), недавно опубликованный релиз 15.0 которого структурно включает в себя:

– платформу производственных процессов (Business Process Framework, BPF) организации эксплуатации и управления ресурсами (enhanced Telecom Operations Map, eTOM);

– платформу информационной структуры организации связи (Enterprise-wide Information Framework, EIF) на основе принципов разделяемой обработки информации и распределённой модели данных (Shared Information and Data Model, SID);

- платформу приложений (Application Framework, AF) управления организацией и предоставлением услуг (Telecom Applications Map, TAM);
- платформу системной интеграции (Integration Framework, IF) на основе технологически нейтральной архитектуры взаимодействия средств управления сетью связи и согласованных определений интерфейсов (Technology Neutral Architecture and Contract Interface Definitions, TNA CID), ориентированной на предоставление сервисов (Service Oriented Architecture, SOA);
- критерии соответствия и соблюдения принципов подхода NG OSS (Frameworx Metrics, FM) в соответствии со стадиями и этапами жизненного цикла и методологией описания сущностей, взаимовлияний и процессов подхода NG OSS (Life-cycle and Methodology, LM).

В соответствии с закрепленным в п. 4 национального стандарта (НС) [3] приоритетом использования международных стандартов, в случае возможности их применения и непротиворечивости другим действующим НС, из всех перечисленных выше платформ и критериев подхода NG OSS, в РФ, в качестве HC, была принята только платформа "Производственные процессы" организации эксплуатации и управления ресурсами (еТОМ), представляющая собой расширенную схему деятельности организации связи. Общая структура платформы "Производственные процессы" организации эксплуатации и управления ресурсами уровня 0 приведена на рис. 1 и включает в себя элементы, к которым относятся области и функциональные блоки, а также внутренние и внешние сущности, взаимодействующие с организацией связи [4].

В современном постиндустриальном информационном обществе главным ресурсом является информационном обществе главным ресурсом является информациональном информационном обществе информационном обществе

мация, производство, хранение, преобразование и передачу которой осуществляют все приведенные на рис. 1 элементы и сущности как непосредственно в ходе использования услуг связи, так и в процессе взаимодействия между собой для организации и предоставления услуг связи с заданным уровнем качества. Как показано на рис. 1, часть сущностей и элементов взаимодействует с организацией связи в качестве контрагентов внешней среды, не являясь при этом сотрудниками и (или) оборудованием данной организации связи. В связи с этим для обеспечения информационного обмена становится актуальной задача управления ресурсами организации связи, которая должна решаться непрерывно на разных уровнях архитектуры предприятия связи, на всех уровнях технологического и оперативно-технического управления и на уровне пользователя. Под ресурсами организации связи понимаются физические и логические компоненты, используемые для формирования услуг, в качестве которых используются программные средства, средства вычислительной техники, пассивные элементы сетевой инфраструктуры и активное ТКО.

Важность обеспечения управления ресурсами организации связи посредством платформы "Производственные процессы", реализующей подход NG OSS, нашла свое отражение в группе процессов "Управление и эксплуатация ресурсов" главной области "Основная деятельность", структура уровня 1 которой приведена на рис. 2 [4].

Структура группы процессов "Управление и эксплуатация ресурсов" и соответствующие элементы процессов уровня 2 приведены на рис. 3 [5].

Непосредственное решение задач управления ресурсами организации связи, в соответствии с HC [5], осуществляется во всех без исключения процессах,

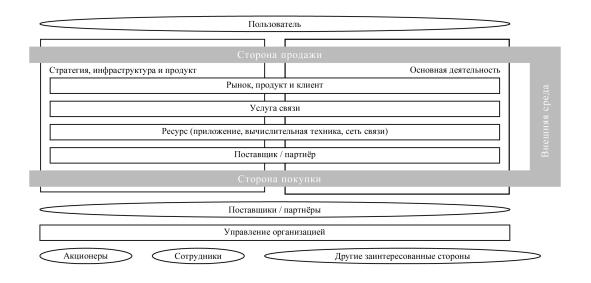


Рис. 1. Структура уровня 0 платформы "Производственные процессы"

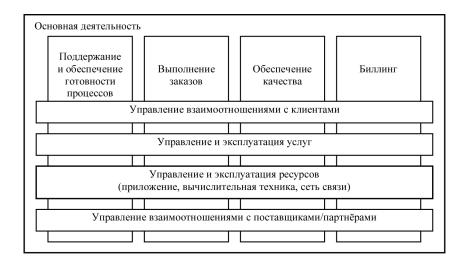


Рис. 2. Структура уровня 1 главной области "Основная деятельность" платформы "Производственные процессы"



Рис. 3. Структура уровня 2 группы процессов "Управление и эксплуатация ресурсов" главной области "Основная деятельность" платформы "Производственные процессы"

приведенных на рис. 3. Следует отметить, что все принципы построения системы управления ресурсами организации связи сети связи общего пользования, изложенные в подходе NG OSS в соответствии с HC [5], целесообразно использовать и для МССС ОгП. В целом процессы управления ресурсами и их эксплуатация предназначены для управления инфраструктурой ресурсов МССС ОгП, обеспечения готовности ресурсов к применению по предназначению, мониторинга и формирования отчётов о характеристиках и затратах ресурсов на выполнение отдельных процессов, выполнение проверки эксплуатационной готовности и ввод в эксплуатацию ресурсов, управление плановыми простоями и работами по техническому обслуживанию ресурсов, учёта, проверки наличия, выделения, конфигурирования и активации соответствующих ресурсов для предоставления услуг, поиска и устранения аварий на ресурсах, передачи другим процессам информации (сведений) о ходе выполнения работ в данном процессе и т.д. Таким образом, группы процессов "Управление и эксплуатация ресурсов" практически полностью охватывают весь жизненный цикл (ЖЦ) МССС ОгП, процессы и взаимосвязи которого, в соответствии с HC [6], показаны на рис. 4.

В процессах ЖЦ МССС ОгП разрабатываются, оцениваются, принимаются и реализуются решения по проектированию, построению, реконструкции, развитию и эксплуатации структуры МССС ОгП, каждое из которых характеризуется набором и значениями параметров функций МССС ОгП, а также их стоимостью. Процессы проектирования, построения, реконструкции и развития, а также, частично, эксплуатации (например, в условиях плановых периодов технического обслуживания) МССС ОгП представляют собой, по сути, итерационное решение задачи синтеза её структуры (точек присутствия организации связи, видов, количества, взаимосвязей и размещения ТКО, видов и количества линий связи, разработки и (или) доработки высокоуровневого и (или) низкоуровневого дизайна сети связи и пр.) на основе информации об используемых и (или) планируемых к использованию элементах пассивного и активного ТКО и требуемых значениях параметров

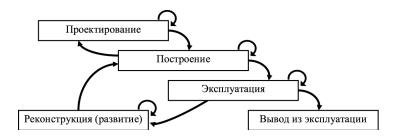


Рис. 4. Процессы жизненного цикла сети связи

функционирования МССС ОгП. Выработка вариантов решений синтеза структуры МССС ОгП осуществляется организацией связи с учетом краткосрочных (до одного года) и среднесрочных (от одного до трех лет) горизонтов планирования эксплуатации и развития МССС ОгП и предоставляемых ими услугах. Данное обстоятельство обусловлено тем, что, в среднем, каждые 5-7 лет в телекоммуникационной отрасли осуществляется обновление технологических принципов построения МССС ОгП, под которым понимается или переход на новую технологию предоставления услуг [7], или увеличение пропускной способности используемых пассивной инфраструктуры сети связи и (или) активного ТКО за счет применения новых технологий передачи и обработки информации в разы и (или) на один-два порядка. В связи с этим выявляется противоречие между существующими подходами к решению задач реконструкции, развития и эксплуатации МССС ОгП и требованиями к решению этих задач в установленные сроки, а также научному и техническому обоснованию их результатов и требуемых ресурсов. Разрешение данного противоречия возможно путём наиболее полного использования потенциальных возможностей пассивного и активного ТКО МССС ОгП на основе принципов автоматизации управления при построении СУ МССС ОгП, применение которых обусловлено как высокой размерностью характеристик ТКО, так и высокой сложностью процессов функционирования МССС ОгП. Использование принципов автоматизации управления при построении СУ МССС ОгП объективно определяет её как автоматизированную систему управления (АСУ) МССС ОгП.

Критерии эффективности АСУ, в соответствии с HC [8], формально могут быть выражены в виде:

$$\begin{cases} Q = \text{const} \\ F \to \text{max} \end{cases}$$

$$\int F = \text{const}$$

где Q — интегральный показатель затрат всех ресурсов, необходимых для создания и функционирования АСУ, таких как затраты материалов, финансовые затраты, временные затраты, затраты по привлечению специалистов и др., F — интегральный показатель результатов функционирования АСУ, характеризующийся множеством показателей, таких как качество, устойчивость, оперативность управления и др.

Следует отметить тот факт, что время, как один из показателей измерения эффективности, прямо или опосредованно входит в каждый из обоих интегральных показателей эффективности функционирования АСУ, приведенных в (1) и (2), и при этом каждый из этих показателей имеет различный целевой экстремум [8]. Этот факт, а также изложенные в [9] рассуждения о недостатках однокритериальных задач оптимизации, недостатках свёртки многокритериальных задач к однокритериальным и известное выражение Е. С. Вентцель о том, что оценка образцов разрабатываемых вооружений только по единственному критерию эффективность/ стоимость позволит "подешевле проиграть войну", определяют задачу синтеза структуры МССС ОгП средствами её АСУ как задачу многокритериальной оптимизации в виде (1) или (2), которая уточняется и обобщается далее с использованием изложенного в [9] метода последовательных уступок. Использование метода последовательных уступок при решении задачи синтеза структуры МССС ОгП позволит автоматизировать расчёты и оценки величины уступки в значении одного и (или) нескольких показателей, приобретённый за счет этого выигрыш в значении другого показателя (других показателей) и (или) их отношение (соотношения).

В соответствии с п. 1 ст. 41 ФЗ [1] основными характеристиками ЕСЭС являются целостность, устойчивость и безопасность её функционирования, соответственно, указанными характеристиками должны обладать и сети ЕСЭС, её составляющие. С учётом определяющей роли информации применительно к МССС ОгП на основе анализа НС [6, 10, 11, 12, 13, 14], целесообразно систематизировать и уточнить основные характеристики МССС ОгП, сформулировав их следующем виде:

РАДИОТЕХНИКА И СВЯЗЬ

- 1) устойчивость способность МССС ОгП выполнять свои функции при выходе из строя части элементов МССС ОгП в результате воздействия дестабилизирующих воздействий, характеризующаяся живучестью, помехоустойчивостью, помехозащищённостью и надёжностью МССС ОгП;
- 1.1) помехоустойчивость способность МССС ОгП сохранять установленное качество функционирования в условиях воздействия на нее естественных или индустриальных непреднамеренных дестабилизирующих воздействий;
- 1.2) помехозащищённость способность МССС ОгП сохранять установленное качество функционирования в условиях дестабилизирующих воздействий определенного уровня;
- 1.3) живучесть свойство МССС ОгП сохранять способность выполнять требуемые функции в условиях, создаваемых внешними по отношению к МССС ОгП преднамеренными дестабилизирующими воздействиями;
- 1.4) надёжность свойство МССС ОгП сохранять способность выполнять требуемые функции в условиях воздействия внутренних дестабилизирующих воздействий, т.е. сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения и технического обслуживания;
- 2) безопасность способность МССС ОгП противодействовать определенному множеству угроз, преднамеренных или непреднамеренных дестабилизирующих воздействий на входящие в состав МССС ОгП средства связи, линии связи и технологические процессы (протоколы), которые могут привести к ухудшению качества услуг, предоставляемых МССС ОгП, характеризующаяся обеспечением конфиденциальности, целостности, доступности и подотчетности принимаемой, обрабатываемой и передаваемой информации (сведений, данных, сообщений);
- 2.1) конфиденциальность способность МССС ОгП не давать права на доступ к информации (сведениям, данным, сообщениям) или не раскрывать её не уполномоченным лицам, логическим объектам или процессам;
 - 2.2) целостность способность МССС ОгП не

- подвергать изменению или аннулированию информации (сведений, данных, сообщений) в результате несанкционированного доступа со стороны не уполномоченных лиц, логических объектов или процессов;
- 2.3) доступность способность МССС ОгП обеспечивать использование информации (сведений, данных, сообщений) по запросу со стороны уполномоченных лиц, логических объектов или процессов;
- 2.4) подотчетность способность МССС ОгП обеспечивать однозначное отслеживание действий со стороны уполномоченных и неуполномоченных лиц, логических объектов или процессов;
- 3) мультисервисность способность МССС ОгП предоставлять две и более услуги связи посредством совместного использования телекоммуникационной сети связи и информационных ресурсов.

Устойчивость функционирования МССС ОгП характеризуется способностью МССС ОгП выполнять функции по предоставлению услуг пользователям в условиях применения, внешних и внутренних преднамеренных и непреднамеренных дестабилизирующих воздействий, примеры которых приведены в [10], а также соответствующего технического обслуживания. В целом устойчивость функционирования МССС ОгП, как комплексное свойство технического объекта, может быть оценена с использованием одного или нескольких комплексных показателей, каждый из которых характеризует не менее двух свойств, составляющих устойчивость. Для комплексной характеристики устойчивости МССС ОгП целесообразно использовать коэффициент готовности (Кг) и коэффициент оперативной готовности, изложенные в НС [11] и уточнённые в НС [10]. Особенностью функционирования МССС ОгП является необходимость её постоянного применения по предназначению, в связи с чем для комплексной оценки устойчивости МССС ОгП предпочтительно использование Кг. В отрасли связи РФ существует большое количество нормативных документов, в которых приведены технические нормы на предоставление услуг связи, тем или иным образом характеризующие устойчивость их предоставления. В этой связи целесообразно ориентироваться на изложенные в НС [10, 15] значения Кг, как наиболее жёсткие для сетей, предоставляющих услуги связи в различных

Таблица 1

№	Наименование сети	Наименование	Норма,
		показателя	не менее
1	Сеть междугородной и международной связи	$K_{ ext{r}}$	0.999
2	Сеть зоновой телефонной связи		0.9995
3	Сеть местной телефонной связи		0.9999
4	Телеграфная сеть электрической связи		0.9999
5	Сеть передачи данных		0.99
6	Цифровая радиорелейная система передачи		0.998
	изображения и звукового вещания		

сетях, технологиях и средах передачи (см. таблицу 1). пользователи, тем не менее, могут осуществлять инфор-

Анализ значений таблицы 1 позволяет определить комплексный критерий устойчивости МССС ОгП в соответствии с НС [11] в виде

$$\begin{cases}
K_{\Gamma i} = \frac{T_i}{T_i + T_{Bi}}, i = \{1, ..., N\} \\
K_{\Gamma i} \to \max,
\end{cases}$$
(3)

где $K_{\Gamma i}$ – коэффициент готовности i-сети МССС Ог Π , предоставляющей услуги связи, N — количество сетей МССС Ог Π , предоставляющих услуги связи, T_i – средняя наработка на отказ i-сети МССС ОгП, $T_{\mathrm{B}i}$ – среднее время восстановления i-сети МССС ОгП.

На основе [9, 10, 15] целесообразно определить значение критерия и приемлемую максимально допустимую величину уступки $K_{\Gamma i}$ в виде

$$\begin{cases} K_{\Gamma i} \ge K_{\Gamma i \, \text{rp}} \pm \Delta K_{\Gamma i} \\ K_{\Gamma i \, \text{rp}} = 0.999 \\ \Delta K_{\Gamma i} = (1 - K_{\Gamma i \, \text{rp}}) \cdot K_{\Gamma i \, \text{rp}}, \end{cases}$$
(4)

где $K_{\Gamma i}$ – коэффициент готовности i-сети МССС Ог Π , предоставляющей услуги связи, $K_{\Gamma i \, {
m TP}}$ – требуемый коэффициент готовности i-сети MCCC ОгП, $\Delta K_{\Gamma i}$ – величина уступки в требуемом значении коэффициента готовности i-сети МССС ОгП.

Безопасность МССС ОгП, как комплексное свойство, характеризующееся конфиденциальностью, целостностью, доступностью и подотчетностью обрабатываемой информации, может быть достигнута комплексом организационных и технических мероприятий, приведенных в [6, 12, 16], а также специальной настройкой программного обеспечения управления и программного обеспечения функционирования ТКО и АСУ МССС ОгП и учетом ее аспектов при формировании моделей і-сети, предоставляющей соответствующие услуги связи МССС ОгП и последующем принятии решений по функционированию и развитию МССС ОгП. Учёт преднамеренных и не преднамеренных дестабилизирующих воздействий при оценке безопасности i-сети МССС ОгП может быть выполнен с использованием определённого ранее в (4) комплексного критерия оценки устойчивости $K_{\Gamma i}$.

Интегральный показатель результатов функционирования АСУ МССС ОгП, характеризующийся множеством показателей, таких как качество, устойчивость, оперативность и др., следует определять с позиции выполнения её основной функции - предоставления услуг связи пользователям. Одним из вариантов детализации интегрального показателя результатов функционирования АСУ МССС ОгП может являться введение понятия предпочтения одной услуги МССС ОгП перед другой услугой. Данное обстоятельство может быть обосновано, например, следующими рассуждениями:

– в случае отказа услуги видеоконференцсвязи и при наличии работоспособной услуги голосовой связи, мационный обмен;

– восстановление работоспособности услуги видеоконференцсвязи затруднено существенными требованиями со стороны этой услуги к пропускной способности МССС ОгП в условиях дестабилизирующих и деструктивных воздействий, и в связи с этим затратно (3) по времени и ресурсам;

- вместе с тем услуга связи в виде услуги голосовой связи пользователям предоставляется, и это позволяет комплексно оценить результат функционирования АСУ МССС ОгП как положительный.

Следует отметить, что не всегда возможно установить предпочтение одной услуги перед другой, если, например, сравнивать по предпочтению услуги голосовой связи, телеграфной связи и передачи данных. В связи с этим, представляется целесообразным ввести следующий интегральный критерий результатов функционирования АСУ МССС ОгП по предоставлению услуги связи – наличие возможности информационного обмена между пользователями МССС ОгП с использованием прямых и (или) составных связей, функционирующих на основе одинаковых и (или) различных і-сетей связи и (или) технологий и (или) сред передачи информации, который может быть записан в виде

$$\begin{cases}
K_F = \frac{T_F}{T} \\
K_F \to \max,
\end{cases}$$
(5)

где K_F – интегральный показатель результатов функционирования АСУ МССС ОгП по предоставлению услуг связи пользователям, T_F – время функционирования АСУ МССС ОгП, при котором выполняется условие возможности информационного обмена между пользователями МССС ОгП с использованием прямых или составных связей, функционирующих на основе одинаковых и (или) различных і-сетей связи и (или) технологий и (или) сред передачи информации, Т – время функционирования АСУ МССС ОгП.

На основе [9] целесообразно определить значение критерия результатов функционирования АСУ МССС ОгП по предоставлению услуг связи пользователям и приемлемую максимально допустимую величину уступки в его значении в виде

$$\begin{cases} K_F \ge K_{F \text{ Tp}} \pm \Delta K_F \\ K_{F \text{ Tp}} = 0.999 \\ \Delta K_F = (1 - K_{F \text{ Tp}}) \cdot K_{F \text{ Tp}}, \end{cases}$$

$$(6)$$

где K_F – интегральный показатель результатов функционирования АСУ МССС ОгП по предоставлению услуг связи пользователям, $K_{F \, \mathrm{rp}}$ – требуемый коэффициент готовности МССС Ог Π , ΔK_F – величина уступки в требуемом значении коэффициента готовности МССС ОгП.

РАДИОТЕХНИКА И СВЯЗЬ

Интегральный показатель затрат всех ресурсов, необходимых для создания и функционирования АСУ МССС ОгП, характеризующийся множеством показателей, таких как затраты материалов, финансовые затраты, временные затраты, затраты по привлечению специалистов и др., также следует определять с позиции выполнения её основной функции - предоставления услуг связи пользователям. Если исключить из рассмотрения начальные процессы проектирования и построения МССС ОгП и её АСУ, основными характеристиками затрат функционирования АСУ и МССС ОгП будут являться совокупность затрат времени, материалов и финансов на реконструкцию и эксплуатацию АСУ и МССС ОгП, так как основные технологические, технические и системные решения, требующие капитальных затрат, привлечения высококвалифицированного персонала и времени на их реализацию, были выполнены ранее. В общем случае, затраты времени с одной стороны и финансовые и материальные затраты с другой стороны, являются не зависимыми величинами, однако, в условиях реконструкции и эксплуатации МССС ОгП и её АСУ затраты времени и материальные затраты имеют известную корреляцию. Также можно сделать вывод о том, что финансовые затраты пропорциональны материальным затратам. В связи с этим представляется целесообразным свести значение интегрального показателя затрат всех ресурсов, необходимых для функционирования АСУ МСС ОгП, к значению материальных затрат. В свою очередь, материальные затраты, необходимые для функционирования АСУ МССС ОгП, пропорциональны количеству пользователей МССС ОгП, количеству сетей МССС ОгП, предоставляющих услуги пользователям, и, как следствие, количеству ТКО МССС ОгП, предоставляющих услуги пользователям. Данные, в целом существенные допущения позволяют вывести время из состава интегрального показателя затрат всех ресурсов и предложить существенную и прямо поддающуюся учёту и расчёту характеристику стоимости как количества используемого для предоставления услуг пользователям ТКО, важную с позиции практического учёта затрат при реконструкции и эксплуатации МССС ОгП.

Таким образом, в целом, интегральный критерий затрат всех ресурсов, необходимых для функционирования МССС $Or\Pi$, с учётом изложенных выше рассуждений и принятых допущений, может быть выражен в виде

$$\left\{
\begin{array}{lll}
Q \propto t & t \sim M \\
Q \propto C & C \propto M
\end{array}\right| \Rightarrow Q \propto M \\
Q \propto M & U \sim M \\
Q \propto U & N \sim M \\
Q \propto N & M \sim E
\end{array}\right\} \Rightarrow Q \propto E$$

$$Q \propto E$$

$$Q \propto E$$

$$Q \propto E$$

$$Q \rightarrow \min,$$

где Q — интегральный показатель затрат всех ресурсов, необходимых для функционирования МССС ОгП, t — затраты времени на реконструкцию и эксплуатацию АСУ и МССС ОгП, C — количество финансовых затрат МССС ОгП, M — количество материальных затрат МССС ОгП, U — количество пользователей МССС ОгП, N — количество сетей МССС ОгП, E — количество ТКО МССС ОгП.

Также на основе [9] целесообразно определить требуемое значение интегрального критерия затрат всех ресурсов, необходимых для функционирования МССС Ог Π как 80% от количества ТКО МССС Ог Π и приемлемую максимально допустимую величину уступки в виде 10% от его требуемого значения

$$\begin{cases}
Q \leq Q_{\text{Tp}} \mp \Delta Q \\
Q_{\text{Tp}} = 0.8 \cdot E \\
\Delta Q = 0.1 \cdot Q_{\text{Tp}},
\end{cases}$$
(8)

где Q — интегральный показатель затрат всех ресурсов, необходимых для функционирования АСУ МССС ОгП, $Q_{\rm rp}$ — требуемое значение показателя затрат всех ресурсов, необходимых для функционирования АСУ МССС ОгП, ΔQ — величина уступки в требуемом значении показателя затрат всех ресурсов, необходимых для функционирования АСУ МССС ОгП, E — количество ТКО МССС ОгП.

Исходя из перечисленных выше характеристик МССС ОгП обобщённую задачу структурно-параметрического синтеза МССС ОгП, выраженную в формулах (1) и (2), с учетом выражений (4), (6) и (8) можно записать в следующем виде

$$\begin{cases}
K_{F} \geq K_{F \text{ Tp}} \pm \Delta K_{F} & | K_{F \text{ Tp}} = 0.999, \ \Delta K_{F} = (1 - K_{F \text{ Tp}}) \cdot K_{F \text{ Tp}} \\
K_{\Gamma i} \geq K_{\Gamma i \text{ Tp}} \pm \Delta K_{\Gamma i} & | K_{\Gamma i \text{ Tp}} = 0.999, \ \Delta K_{\Gamma i} = (1 - K_{\Gamma i \text{ Tp}}) \cdot K_{\Gamma i \text{ Tp}} \\
Q \leq Q_{\text{Tp}} \mp \Delta Q & | Q_{\text{Tp}} = 0.8 \cdot E, \ \Delta Q = 0.1 \cdot Q_{\text{Tp}}
\end{cases}$$
(9)

где K_F – интегральный показатель результатов функционирования АСУ МССС ОгП по предоставлению услуг связи пользователям, $K_{F \, \mathrm{rp}}$ – требуемый коэффициент готовности МССС Ог Π , ΔK_F – величина уступки в требуемом значении коэффициента готовности МССС Ог Π , $K_{\Gamma i}$ – коэффициент готовности i-сети МССС Ог Π , предоставляющей услуги связи, $K_{\Gamma i \text{ тр}}$ – требуемый коэффициент готовности i-сети MCCC Ог Π , $\Delta K_{\Gamma i}$ – величина уступки в требуемом значении коэффициента готовности i-сети МССС Ог Π , Q – интегральный показатель затрат всех ресурсов, необходимых для функционирования АСУ МССС ОгП, $Q_{\rm rp}$ – требуемое значение показателя затрат всех ресурсов, необходимых для функционирования АСУ МССС ОгП, ΔQ – величина уступки в требуемом значении показателя затрат всех ресурсов, необходимых для функционирования АСУ (7) МССС $Or\Pi$, E – количество ТКО МССС $Or\Pi$.

Решение обобщённой задачи структурно-параметрического синтеза МССС ОгП в соответствии с формулируемым подходом, формально записанным в выражении (9), и применением метода последовательных уступок, заключается в использовании следующего способа его нахождения, при котором осуществляют:

- выбор какого-либо одного критерия в качестве первого по предпочтительности;
- ранжирование остальных критериев по предпочтительности в порядке от более предпочтительного к менее предпочтительному;
- нахождение экстремума первого по предпочтительности критерия;
- нахождение значения уступки для найденного значения экстремума первого по предпочтительности критерия;
- нахождение экстремума второго по предпочтительности критерия в соответствии с ранжиром критериев и значением уступки в значении первого по предпочтительности критерия;
- нахождение значения уступки для найденного значения экстремума второго по предпочтительности критерия;
- нахождение экстремума третьего по предпочтительности критерия в соответствии с ранжиром критериев, а также значениями уступок для соответствующих значений первого и второго по предпочтительности критериев;
- повторное нахождение экстремума первого по предпочтительности критерия при условии найденных значений экстремумов второго и третьего по предпочтительности критериев;
- получение результата как совокупности ранжированных по предпочтению значений экстремумов соответствующих критериев и соответствующих им уступок и (или) получаемых за счёт соответствующих уступок выигрышей.

Перечисленные выше действия по решению обобщённой задачи структурно-параметрического синтеза МССС ОгП должны выполняться лицом, принимающим решение, исходя из правила, в соответствии с которым, при выполнении каждого действия формулируемого выше способа, необходимо учитывать:

- процесс жизненного цикла МССС ОгП;
- различия в построении сетей и (или) технологий и (или) сред передачи информации МССС OrП;
- фактическое положение MCCC OrП в пространстве её состояний;
- обстановку внешней по отношению к MCCC OrII среды;
- -стоящие перед MCCC ОгП задачи, в том числе по предоставлению услуг пользователям,
- результаты и приобретённый опыт в ранее решённых аналогичных или сходных задачах.

Формулируемое выше правило для действий должностного лица при решении обобщённой задачи синтеза МССС ОгП не является строгим требованием, и тем

более не определяет порядок выполнения этих действий. Вместе с тем оно задаёт возможные направления хода рассуждений лица, принимающего решения, на каждом из этапов способа решения обобщённой задачи синтеза МССС ОгП для того, чтобы с учетом, в первую очередь, формализуемых и не формализуемых задач, стоящих перед МССС ОгП, а также с использованием разработанного в настоящей статье подхода к постановке обобщённой задачи структурно-параметрического синтеза МССС ОгП в соответствии с заданными в выражении (9) критериями, стало возможным найти осознанное, компромиссное и приемлемое по ряду критериев решение с учётом цены уступок в одних критериях и (или) величины выигрыша за счет этих уступок в других критериях и (или) их соотношения. Поиск и нахождение решения обобщённой задачи синтеза МССС ОгП с использованием предлагаемого способа становится возможным только с использованием неформального и (или) творческого потенциала человека, как лица, принимающего решения и являющегося неотъемлемым элементом АСУ МССС ОгП. В дальнейшем, на основе анализа результатов и приобретённого опыта в решении аналогичных или сходных задач, деятельность должностного лица может быть формализована и автоматизирована некими шаблонами, соответствующими формулируемому выше правилу с использованием методов представления и использования знаний, методов искусственного интеллекта, методов нечёткой логики или другими методами.

Следует отметить, что полученное решение обобщённой задачи структурно-параметрического синтеза МССС ОгП не будет являться строго оптимальным в соответствии с заданными в выражении (9) критериями, поскольку в настоящее время не существует методов многокритериальной оптимизации, эффективно решающих задачи структурно-параметрического синтеза МССС ОгП. Вместе с тем в соответствии с [9, 17, 18, 19] можно утверждать, что найденное, в соответствии с формулируемыми подходом (выражение (9)), способом (применение метода последовательных уступок) и правилом (учёт особенностей МССС ОгП) решение будет принадлежать к области подоптимальных и (или) околооптимальных решений, поскольку учитывает ряд формализуемых и не формализуемых требований к функционированию МССС ОгП, а также может быть получено за приемлемое, например по сравнению с методом полного перебора, время и с учётом величин выполняемых в ходе решения уступок и (или) получаемых за счет выполненных уступок выигрышей и (или) их соотношения.

Дальнейшим направлением исследований по решению обобщённой задачи синтеза структуры МССС ОгП будут являться анализ и построение моделей сетей МССС ОгП, исследование возможности применения известных, модифицированных и (или) разработка новых методов анализа и синтеза структур сетей для получения структуры МССС ОгП, оценка которых будет.

РАДИОТЕХНИКА И СВЯЗЬ

выполняться с использованием предлагаемых в выражении (9) интегральных критериев функционирования МССС ОгП. В связи с этим исследование методов структурного и параметрического синтеза систем и формирование на их основе метода структурно-параметрического синтеза МССС ОгП представляется важной и актуальной задачей, заключающейся в расширении, обобщении и совершенствовании научно-методического аппарата различных отраслей знаний, практического опыта и методических приёмов применения методов и способов решения научных задач в процессах построения, реконструкции и эксплуатации ТКО и АСУ МССС ОгП, решение которой позволит получить новые научные результаты в области решения задач синтеза структуры МССС ОгП и управления качеством предоставляемых ею услуг.

Литература

- 1. Федеральный закон Российской Федерации от 7 июля 2003 г. № $126-\Phi3$ "О связи".
- 2. Стандарты и практики международного телекоммуникационного форума: [сайт]. URL: http://www.tmforum.org/download-frameworx
- $3.\,\Gamma$ ОСТ Р $1.0-2012.\,$ Стандартизация в Российской Федерации. Основные положения. М. : Стандартинформ, 2013.-9 с.
- 4. ГОСТ Р 53633.0—2009. Информационные технологии. Сеть управления электросвязью. Расширенная схема деятельности организации связи (eTOM). Общая структура бизнеспроцессов. М.: Стандартинформ, 2011. 18 с.
- 5. ГОСТ Р 53633.2—2009. Информационные технологии. Сеть управления электросвязью. Расширенная схема деятельности организации связи (eTOM). Декомпозиция и описания процессов. Процессы уровня 2 eTOM. Основная деятельность. Управление и эксплуатация ресурсов. М.: Стандартинформ, 2011. 11 с.
- 6. ГОСТ Р 53110-2008. Система обеспечения информационной безопасности сети связи общего пользования. Общие положения. М.: Стандартинформ, 2009. 20 с.
- 7. Журавель, Е. П. Особенности построения мультисервисной сети связи общего пользования на основе пассивной оптический сети и управления ею в условиях мегаполиса / Е.П. Журавель // Информация и Космос. 2015. № 2. С. 16—21.
- $8.\ \Gamma OCT\ 24.702-85.$ Единая система стандартов автоматизированных систем управления. Эффективность автоматизированных систем управления. Основные положения. М.: Стандартинформ, 2009.-5 с.
- 9. Вентцель, Е. С. Исследование операций: задачи, принципы, методология / Е.С. Вентцель. 2-е изд. М.: Наука, 1988.-208 с.
- 10. ГОСТ Р 53111—2008. Устойчивость функционирования сети связи общего пользования. Требования и методы проверки. М.: Стандартинформ, 2009. 16 с.
- 11. ГОСТ 27.002—89. Надёжность в технике. Основные понятия. Термины и определения. М.: Стандартинформ, 2010.-24 с.

- 12. ГОСТ Р 52448—2005. Защита информации. Обеспечение безопасности сетей электросвязи. Общие положения. М.: Стандартинформ, 2008. 16 с.
- 13. ГОСТ Р 50922–2006. Защита информации. Термины и определения. М.: Стандартинформ, 2007. 8 с.
- 14. ГОСТ Р ИСО 7498-2-99. Информационная технология. Взаимосвязь открытых систем. Базовая эталонная модель. Часть 2. Архитектура защиты информации. М.: Издательство стандартов, 1999. 36 с.
- 15. ГОСТ Р 50933–96. Каналы и тракты внутризоновых радиорелейных линий. Основные параметры и методы измерений. М.: Издательство стандартов, 1996. 13 с.
- 16. ГОСТ Р ИСО/МЭК 27033—3—2014. Информационная технология. Методы и средства обеспечения безопасности. Безопасность сетей. Часть 3. Эталонные сетевые сценарии. Угрозы, методы проектирования и вопросы управления. М.: Стандартинформ, 2014. 36 с.
- 17. Теория автоматического управления: учеб. для вузов по спец. "Автоматика и телемеханика". Ч. 1. Теория линейных систем автоматического управления / Н.А. Бабаков [и др.]. 2-е изд. М.: Высшая школа, 1986. 367 с.
- 18. Теория автоматического управления: учеб. для вузов по спец. "Автоматика и телемеханика". Ч. 2. Теория нелинейных и специальных систем автоматического управления / А.А. Воронов. 2-е изд. М.: Высшая школа, 1986. 504 с.
- 19. Пантелеев, А. В. Методы оптимизации в примерах и задачах: учеб. пособие / А.В. Пантелеев, Т.А. Летова. 2-е изд. М.: Высшая школа, 2005. 544 с.