

Научная статья

УДК 621.396; DOI: 10.61260/2218-130X-2026-1-43-54

РАЗВИТИЕ СИСТЕМЫ РАДИОСВЯЗИ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ МЧС РОССИИ НА ОСНОВЕ ТАКТИЧЕСКОГО КОММУНИКАЦИОННОГО УСТРОЙСТВА СВЯЗИ «МЕТАФОРА» С ФУНКЦИЯМИ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ И МЕЖСЕТЕВОЙ РЕТРАНСЛЯЦИИ

Асанин Антон Викторович;

Иванов Василий Геннадьевич.

АГЗ МЧС России им. генерал-лейтенанта Д.И. Михайлика, Москва, Россия.

✉ **Кузин Павел Игоревич.**

Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет им. С.М. Кирова, Санкт-Петербург, Россия.

Степынин Дмитрий Владимирович.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, Санкт-Петербург, Россия

✉ **kuzik78@mail.ru**

Аннотация. Исследуется совершенствование способов организации радиосвязи, которые позволяют обеспечить сопряжение разнотипных средств радиосвязи, а также сопряжение радиостанций с сетями связи различного назначения (телефонные, передачи данных, сети Интернет) с обеспечением ретрансляции сообщений между разнотипными оконечными устройствами. Анализ дополнительных технических средств, повышающих эффективность радиосвязи показал, что тактическое коммуникационное устройство связи с функциями защиты информации и межсетевой ретрансляции «Метафора» имеет лучшие тактико-технические характеристики и низкую стоимость. При этом технологические возможности дополнительного оборудования для радиосредств (коммутаторы, ретрансляторы, концентраторы, преобразователи сигналов и др.) обеспечивают существенное повышение эффективности применения радиосредств и построение сетей радиосвязи, взаимодействие с сетями передачи данных и телефонными сетями связи. В ходе различных испытаний на полигонах спасательных центров МЧС России устройство прошло успешную апробацию и стало применяться как средство обеспечения связи во многих подразделениях.

Ключевые слова: организации радиосвязи, средства радиосвязи, передача данных, обеспечение безопасности связи и информации, управление подразделениями спасательных центров, радиосеть, VoIP-протоколы, сетевой трафик

Для цитирования: Развитие системы радиосвязи подразделений МЧС России на основе тактического коммуникационного устройства связи «Метафора» с функциями защиты информации и межсетевой ретрансляции / А.В. Асанин [и др.] // Научно-аналитический журнал «Вестник Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России». 2026. № 1. С. 43–54. DOI: 10.61260/2218-130X-2026-1-43-54

Scientific article

DEVELOPMENT OF A RADIO COMMUNICATION SYSTEM OF EMERCOM OF RUSSIA BASED ON THE TACTICAL COMMUNICATION DEVICE «METAPHORA» WITH INFORMATION PROTECTION AND INTERNETWORK RELAY FUNCTIONS

Asanin Anton V.;

Ivanov Vasily G.

The Civil Defence Academy of EMERCOM of Russia named after Lieutenant General D.I. Mikhaylik, Moscow, Russia.

✉ **Kuzin Pavel I.**

Saint-Petersburg State Forest Technical University named after S.M. Kirov, Saint-Petersburg, Russia.

Stepynin Dmitry V.

Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia, Saint-Petersburg, Russia

✉ **kuzik78@mail.ru**

Abstract. This paper examines improvements in radio communication organisation methods that enable the interconnection of different types of radio communication devices, as well as the interconnection of radio stations with communication networks for various purposes (telephone, data transmission, Internet) with the provision of message relay between different types of terminal devices. An analysis of additional technical means that increase the efficiency of radio communication has shown that the «Metaphor» tactical communication device with information protection and inter-network relay functions has the best tactical and technical characteristics and low cost. At the same time, the technological capabilities of additional equipment for radio devices (switches, repeaters, concentrators, signal converters, etc.) provide a significant increase in the efficiency of radio devices and the construction of radio communication networks, interaction with data transmission networks and telephone communication networks. During various tests at the training grounds of the EMERCOM of Russia rescue centres, the device was successfully tested and began to be used as a means of communication in many departments.

Keywords: radio communication organisations, radio communication equipment, data transmission, ensuring communication and information security, management of rescue center units, radio network, VoIP protocols, network traffic

For citation: Development of a radio communication system of EMERCOM of Russia based on the tactical communication device «Metaphora» with information protection and internetwork relay functions / A.V. Asanin [et al.] // Scientific and analytical journal «Vestnik Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia». 2026. № 1. P. 43–54. DOI: 10.61260/2218-130X-2026-1-43-54

Введение

В настоящее время для обеспечения радиосвязи в подразделениях МЧС России применяется большое количество радиостанций различной номенклатуры, стандартов и типов, что вызывает сложности при организации радиосвязи в подразделениях различных звеньев управления, а также силовых министерств и ведомств, на снабжении которых находятся данные средства радиосвязи, следовательно, основной сложностью является организация и обеспечение радиосвязи взаимодействия между подразделениями. В условиях информационной насыщенности и быстрого развития технологий всё больше требований предъявляются к системам оперативного управления. Актуальность эффективных способов коммуникации не вызывает сомнений, поскольку даже малейшая задержка в передаче распоряжений (указаний) способна повлиять на итог выполнения задачи. Это особенно важно при управлении системой связи в ходе предотвращения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (ЧС). В таких обстоятельствах особую роль играет коммуникация средств связи различного назначения,

позволяющая нескольким участникам одновременно обмениваться служебной информацией. Она становится критически значимой для координации действий и оперативного реагирования. Любой нештатный сбой в подобных коммуникационных решениях может привести к невосполнимой потере времени и ресурсов.

Из ряда существующих разработок [1–3] в данной области заслуживает внимания тактическое коммуникационное устройство связи с функциями защиты информации и межсетевой ретрансляции «Метафора» (ТКУ «Метафора»), которая прошла успешную апробацию в ходе специальной военной операции и нашла применение как штатное высокоэффективное средство обеспечения связи во многих подразделениях группировок войск [4].

Задача

Одним из направлений совершенствования способов организации радиосвязи является разработка и применение коммуникационных устройств, которые позволяют обеспечить сопряжение разнотипных средств радиосвязи, а также сопряжение радиостанций с сетями связи различного назначения (телефонные, передачи данных, сети Интернет) с обеспечением ретрансляции сообщений между разнотипными оконечными устройствами подразделений МЧС России (спасательный центр, центр управления в кризисных ситуациях, центр обеспечения пунктов управления).

Решение

На основе реализованных тактико-технических характеристик ТКУ «Метафора» (рис. 1), предлагается применять новые способы организации и обеспечения радиосвязи, которые обеспечат взаимодействие и совместную работу радиосетей, построенных на различных радиосредствах, их интеграцию с сетью Интернет или сетями сотовой связи с обеспечением защищенной голосовой связи между подразделениями МЧС России.

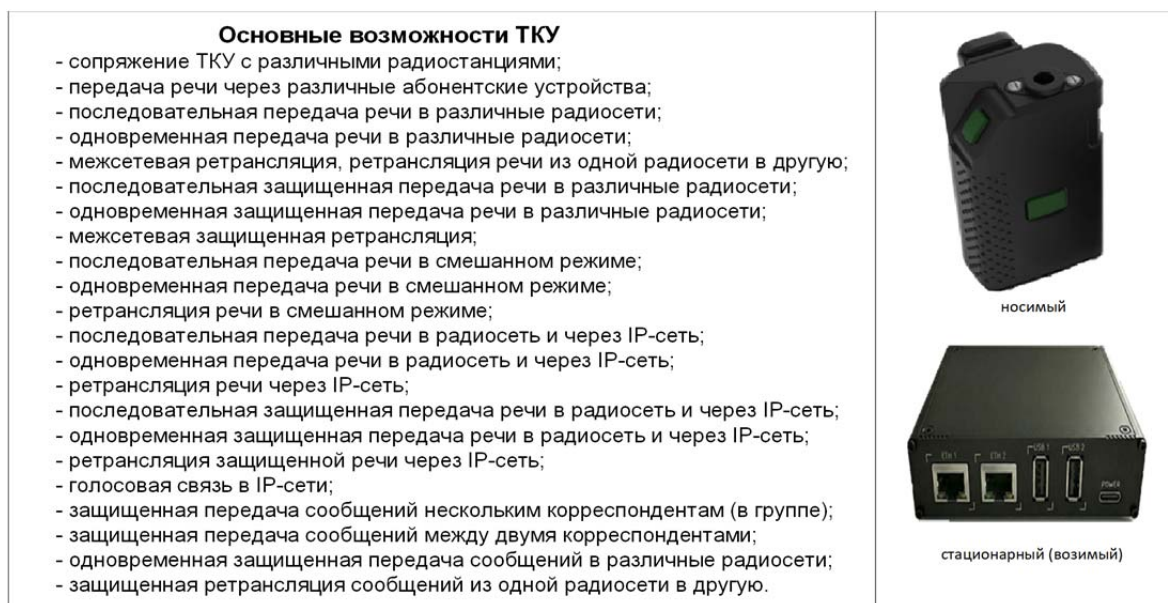


Рис. 1. Основные возможности ТКУ «Метафора»

Далее более подробно рассмотрены новые способы организации радиосвязи с применением ТКУ «Метафора».

1. Работа в радиосетях, развернутых с применением двух типов радиостанций.

Для обеспечения управления должностным лицам пунктов управления (ПУ) развертываются радиосети соответствующих должностных лиц МЧС России. При оснащении подчиненных подразделений различными типами средств радиосвязи (P-187П1 Азарт, Motorola, Hytera, Kirisun, Комбат, ГУТ и т.д.) и различного диапазона

(короткие волны, ультракороткие волны) у командира должны иметься все типы радиосредств, которые имеются у подчинённых, и с применением которых они обеспечивают управление подразделениями. При этом взаимодействие между соседними подразделениями на имеющихся разнотипных радиосредствах в большинстве случаев невозможно вследствие отсутствия встречной работы радиостанций по различным причинам (несовпадение частотного диапазона, различные типы радиостанций, различные алгоритмы шифрования и т.д.) [5].

Для решения проблемы взаимодействия и сопряжения разнотипных радиосетей предлагается использовать ТКУ «Метафора», которое размещается на экипировке командира одного из подразделений с подключенными к ней радиостанциями (Kirisun, ТУТ, Азарт). При таком способе использования командир может вызывать поочередно первую и вторую радиосеть, в которых находятся разные подразделения, а также работать сразу в двух радиосетях (рис. 2).



Рис. 2. Размещение ТКУ «Метафора» у командира подразделения для сопряжения двух радиосетей, развернутых на разнотипных радиостанциях

ТКУ «Метафора», применяемая командиром, позволяет подразделениям (спасательный центр, центр управления в кризисных ситуациях, центр обеспечения пунктов управления), использующим различные типы радиостанций с различными настройками (диапазон, режим работы, шифрование и т.д.), обмениваться голосовой информацией между собой.

2. Автоматическая ретрансляция из одной радиосети в другую.

В целях обеспечения автоматической ретрансляции голоса из одной радиосети в другую предлагается размещать ТКУ «Метафора» с радиостанциями на высотном здании (вышка, дерево, инженерные сооружения и др.). При данном способе обеспечивается существенное увеличение дальности связи без применения дорогостоящих ретрансляторов радиосвязи (рис. 3).



Рис. 3. Вариант размещения (вышка) при ретрансляции и сопряжения радиосетей

3. Ретрансляция из одной радиосети в другую через сеть Интернет (сеть сотовой связи).

Данный способ обеспечения радиосвязи между должностными лицами может применяться в различных условиях тактической обстановки и обстановки по связи (при действии подразделений друг от друга и от пункта управления старшего начальника на удалении, при котором обеспечение радиосвязи невозможно; сложные физико-географические условия, блокирующие прохождение радиосигнала и т.д.).

Для этого предлагается использовать встроенный Wi-Fi модуль в ТКУ, обеспечивающий подключение к беспроводному роутеру провайдера или с применением УТР кабеля. Работа через сеть сотовой связи осуществляется путем подключения к ней модема сотовой связи или через сотовый телефон, работающий в качестве модема.

Также при организации связи данным способом обеспечивается шифрование с помощью ТКУ «Метафора», в котором реализован алгоритм шифрования AES-256, настройка и смена ключей в ТКУ осуществляется с использованием смартфона (планшета) или персональной электронно-вычислительной машины [6].

4. Работа с тремя радиосетями через сеть Интернет.

Для работы с ПУ, размещенными на значительном удалении от мест развертывания радиосетей, с применением ТКУ «Метафора», через сеть Интернет обеспечивается работа в трех радиосетях, развернутых на разнотипных радиостанциях. Радиосети подключаются к сети Интернет с применением ТКУ «Метафора» (рис. 4).

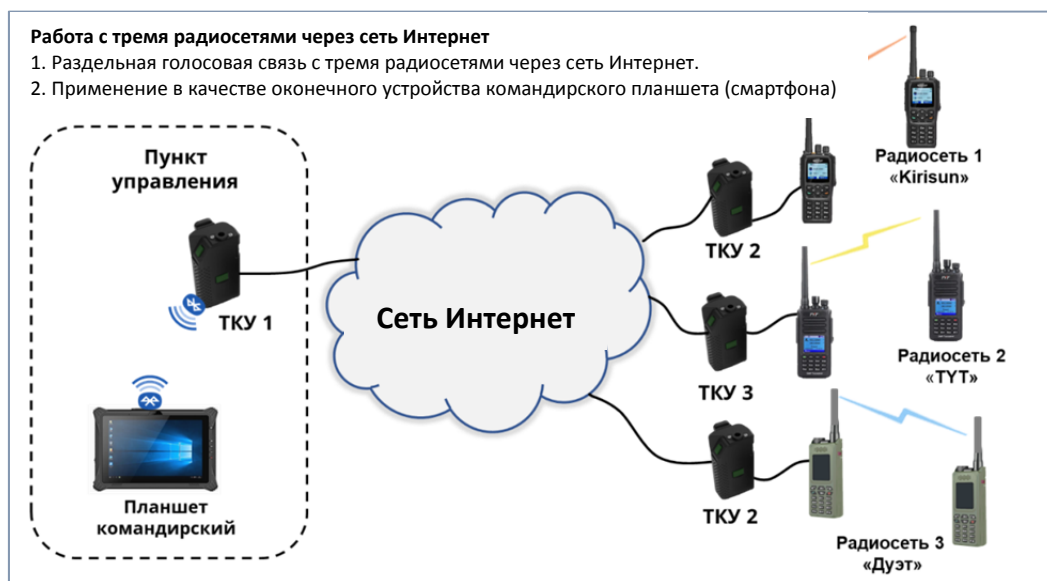


Рис. 4. Вариант подключения работы в трех радиосетях через сеть Интернет

На ПУ в качестве оконечного устройства может быть использован командирский планшет или служебный смартфон.

5. Голосовой обмен с IP телефона на две радиосети через сеть Интернет.

Совмещение радиосвязи с телефонной сетью на базе ТКУ «Метафора» позволяет подключать узлы связи к IP-АТС и использовать стандартные VoIP-протоколы (SIP/RTP). Функционально устройство играет роль RoIP-шлюза, в котором преобразуются аудиосигналы радиостанции в IP-пакеты и обратно, обеспечивая связь между радиосетью и телефонной/IP-сетью. Это даёт возможность напрямую присоединять полевые радиостанции к IP-АТС, а также к серверам IP-телефонии [7].

В результате голосовые вызовы могут свободно маршрутизироваться между радиоканалами и АТС-О. Например, абонент через ТКУ способен набрать внутренний номер телефонной сети (DTMF-набором) и установить связь с конкретной радиосетью [8]. ТКУ выступит транзитом, передав звонок в эфир нужной радиосети. Кроме этого, радиосети могут быть включены в голосовые конференции IP-телефонии: одно ТКУ «Метафора» способно объединить в едином сеансе переговоров пользователей различных радиостанций, телефонной сети общего пользования, сотовой связи и диспетчерские пункты. Тем самым устраняется разрозненность каналов и появляется единое коммуникационное голосовое пространство, позволяющее осуществлять голосовое управления элементами боевого порядка (рис. 5).

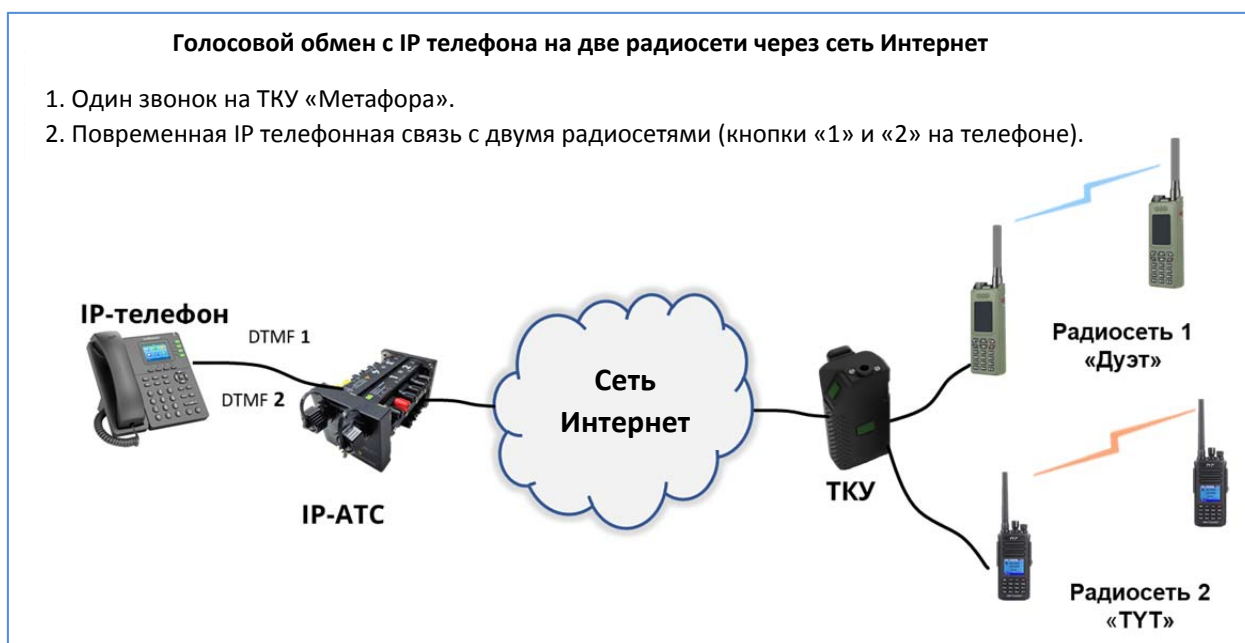


Рис. 5. Вариант применения ТКУ «Метафора» совместно с IP АТС

6. Групповая работа IP телефонов с радиосетями.

В целях обеспечения единого голосового пространства в интересах стационарных (находящихся на пункте управления) и мобильных (в элементах боевого порядка) пользователей с применением ТКУ «Метафора» разработан способ обеспечения групповой работы с телефонов, установленных на ПУ в радиосетях, развернутых на различных типах радиостанции (рис. 6).

Интеграция сетей позволяет решить проблему их взаимодействия, когда радиосети разных подразделений и телефонные линии штаба – это изолированные контуры, и прямой связи между ними нет. ТКУ «Метафора» позволяет устранить несовместимость этих разнородных систем и объединить их в единую сеть через широкополосные каналы и транспортную сеть связи.

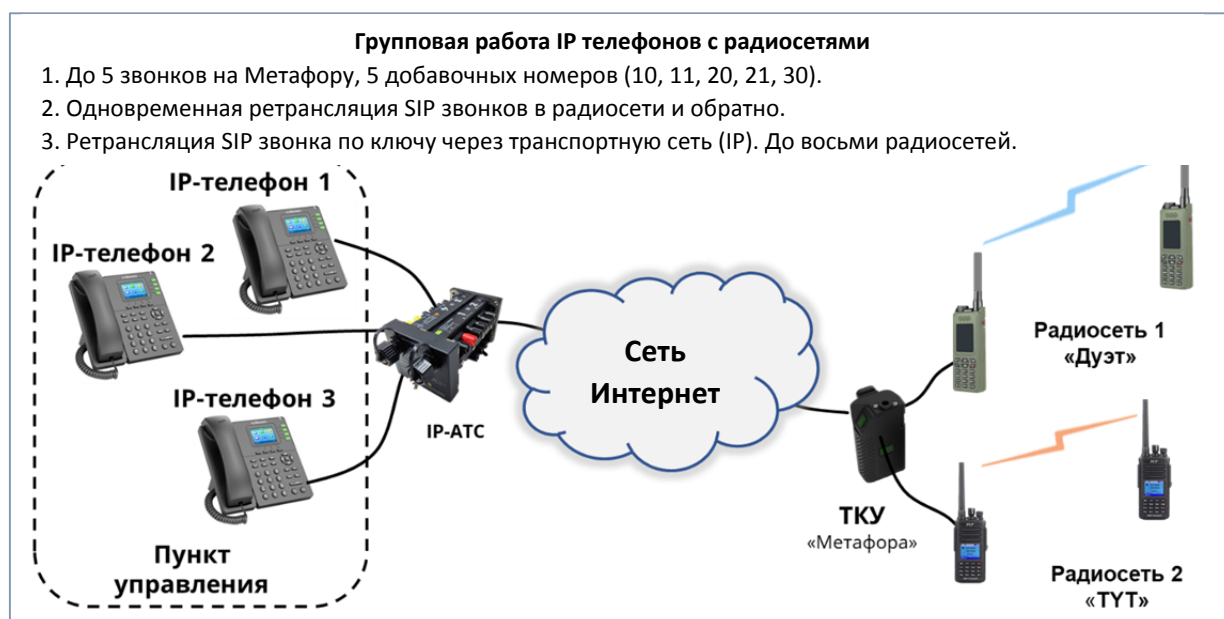


Рис. 6. Вариант применения для обеспечения групповой работы

Обсуждение результатов

Таким образом, командиры и штабы обеспечиваются устойчивым управлением подразделениями: офицер штаба с IP-телефона или полевого телефона мгновенно выходит на связь с абонентом в радиосети, как если бы это был обычный телефонный звонок. Корреспонденту радиосети не нужно иметь отдельных устройств – вызов поступает на их штатные радиостанции. Аналогично и обратная связь: корреспонденты по имеющимся у них радиостанциям могут докладывать напрямую на цифровые средства связи (телефон) командования. Это заметно упрощает управление подразделениями и ускоряет передачу команд. Кроме этого, облегчается горизонтальное взаимодействие между подразделениями. Если раньше связь в звене «рота (отряд) – рота (отряд)» требовала участия узла связи, то теперь различные подразделения могут связываться друг с другом, используя IP-сеть как транспортный «мост». Например, две мобильные группы на разных участках, каждая со своей радиосетью, через IP-канал и ТКУ «Метафора» объединяются в общий канал переговоров.

Передача голоса через IP-инфраструктуру снижает зависимость от ограниченного радиочастотного ресурса. В полевых условиях диапазоны радиосвязи перегружены и подвержены помехам, поэтому возможность частично перевести трафик в альтернативные сети – важная задача. ТКУ «Метафора» поддерживает подключение по нескольким каналам: через USB-модем она выходит в сотовую сеть, есть порт для проводного Ethernet и модуль Wi-Fi для подключения к беспроводной IP-сети.

Рассмотрев данные способы, можно утверждать, что ТКУ «Метафора» – это универсальный коммуникационный шлюз, способный обеспечить взаимодействие между различными сетями связи. Его основными ключевыми функциями являются:

- объединение разрозненных радиосетей подразделений (например, радиосетей на базе Такт 362 и радиосетей DMR). Без каких-либо модификаций самих средств связи;
- интеграция с транспортными сетями (возможность передачи речи через Ethernet, Wi-Fi, 4G);
- создание гибридных IP-радиосетей, преобразование радиосигналов в IP-поток, подключения к IP-телефонии и аудио конференциям;
- организация единого пространства голосовой связи, разные подсистемы голосовой связи (радио, IP-телефония, транспортные сети), объединяющиеся в общую сеть.

На основе вышеизложенного сформированы четыре основных направления совершенствования устройства:

1. Развитие аппаратной архитектуры и радиочастотных возможностей.

Существующая архитектура ТКУ, обеспечивающая сопряжение двух разнородных сетей, обладает потенциалом для масштабирования. В целях повышения автономности подразделений МЧС России и снижения весовой нагрузки на должностное лицо целесообразно рассмотреть следующие аппаратные улучшения:

– многомодульная архитектура, увеличение числа интерфейсных портов за счет программного объединения нескольких устройств позволит трансформировать устройство из индивидуального шлюза в узловой концентратор. Это обеспечит возможность одному оператору (командиру или связисту) микшировать и маршрутизировать потоки трех-четырех радиосетей одновременно, создавая единый контур управления без необходимости использования громоздких полевых коммутаторов;

– гибридизация (интеграция SDR), перспективным направлением является встраивание в ТКУ программно-определяемого радиомодуля SDR [9]. Это позволит устройству выступать не только как шлюз, но и как самостоятельная радиостанция или ретранслятор. Такой подход снизит зависимость от внешних приемопередатчиков: для сопряжения сетей потребуется лишь одна внешняя радиостанция, либо (при работе SDR-модуля) устройство сможет самостоятельно обеспечивать выход в эфир, динамически меняя частоты и типы модуляции;

– повышение автономности и эргономики, для длительных операций необходимо предусмотреть модульную систему питания с возможностью «горячей» замены аккумуляторов повышенной емкости (до 3 800 мА·ч). Также, в целях повышения удобства эксплуатации в условиях отсутствия доступа к управляющему смартфону (смарт-устройству), целесообразно оснащение корпуса ТКУ минималистичным индикаторным блоком (OLED или LED-матрица) для отображения статуса каналов, уровня заряда и режима шифрования, а также физическими органами управления для оперативного переключения пресетов маршрутизации.

2. Внедрение технологий Edge AI и интеллектуальная обработка сигналов.

Использование в составе ТКУ вычислительного модуля на базе 4-ядерного процессора (архитектура ARM Cortex-A53) открывает возможности для внедрения «граничных вычислений» (Edge AI) непосредственно на устройстве, без обращения к облачным сервисам:

– интеллектуальное шумоподавление, в условиях интенсивного огневого контакта разборчивость речи критически снижается. Предлагается внедрение легковесных нейросетевых моделей (типа RNNoise или DeepFilterNet) [10], оптимизированных для работы на текущей аппаратной платформе. Предварительные оценки показывают, что такие алгоритмы потребляют не более 15–20 % ресурсов центрального процессора, что позволяет очищать аудиопоток от шумов боя (выстрелы, техника) до этапа кодирования и шифрования, существенно повышая MOS-оценку (разборчивость) сигнала на приемной стороне;

– автоматическое распознавание речи (ASR) и семантический анализ, интеграция оффлайн-моделей распознавания речи (например, на базе Vosk) позволит реализовать функцию автоматического мониторинга эфира на наличие ключевых слов («ранен», «контакт», «артналет») [11]. При обнаружении маркера устройство сможет автоматически формировать и отправлять тревожное уведомление командиру. Кроме того, транскрибация голоса в текст позволяет передавать информацию в условиях крайне узких каналов связи, где передача голоса невозможна.

3. Сетевая интеграция и протоколы повышенной живучести.

Современный мир требует превращения каждого узла связи в источник данных для систем ситуационной осведомленности:

– интеграция с тактическими терминалами, реализация передачи данных через голосовые каналы аналоговых радиостанций позволит использовать ТКУ как аудио-модем. Преобразуя координаты и метки целеуказания в аудиосигнал (с использованием протоколов

OFDM или AFSK), ТКУ «Метафора» позволит интегрировать устаревшие или простейшие аналоговые средства связи в цифровые системы управления, обеспечивая отображение местоположения должностного лица на карте командира. Оперативная обстановка часто представляется на планшете/ноутбуке. Поэтому интеграция возможностей ТКУ с такими системами как ГЛАЗ/ГРОЗА [12] и ему подобными значительно повысит возможности голосового управления;

– применение Mesh-технологий и LPN-каналов, задействование USB-интерфейсов устройства для подключения модулей LoRa создаст резервный, скрытый контур связи. В условиях подавления связи, которая осуществляется с помощью ультракоротких волн, средствами радиоэлектронной борьбы, ТКУ сможет автоматически перенаправлять телеметрию и текстовые команды через энергоэффективную Mesh-сеть с низкой вероятностью обнаружения. В перспективе представляется интересным концепт, когда множество таких устройств образуют самоконфигурируемую сеть дешевых ретрансляторов и шлюзов. Например, десяток устройств развернуты на большой территории, каждый подключен к своим двум радиостанциям. Они объединяются друг с другом по беспроводной mesh-сети. В итоге получается распределённая система, способная покрыть большую площадь. Если один узел выбывает, его роль берут на себя соседние узлы. Это уже элементы самовосстанавливающейся тактической сети (MANET) [11]. Для реализации потребуются поддержка протоколов динамической маршрутизации (OLSR, BATMAN и др.);

– поддержка DTN (Delay Tolerant Networking), для работы в условиях нестабильного соединения («рваный» канал связи, работа через спутник в движении) необходимо внедрение стека протоколов, устойчивых к задержкам (например, IBR-DTN);

– реализация принципа Store-and-Forward гарантирует доставку приказов и донесений: при обрыве связи данные накапливаются во внутренней памяти ТКУ и передаются автоматически при восстановлении канала или появлении в зоне доступа беспилотного летательного аппарата-ретранслятора.

4. Криптографическая защита.

Учитывая постоянное развитие методов криптоанализа, необходимо обеспечить возможность гибкой смены криптографических ядер. Перспективная версия программного обеспечения ТКУ должна поддерживать модульную архитектуру шифрования, позволяющую интегрировать отечественные алгоритмы (ГОСТ).

Опыт применения средств связи в условиях развития современных телекоммуникационных технологий позволяет сформулировать основные направления развития ТКУ «Метафора». Модернизация изделия должна быть направлена не только на расширение номенклатуры поддерживаемых интерфейсов, но и на внедрение элементов искусственного интеллекта Edge AI (Edge AI – технология, при которой модели искусственного интеллекта на основе нейросетей развёртываются непосредственно на устройствах: смартфонах, камерах, датчиках и другом оборудовании, для вычислений и анализа данных не нужно обращаться к удалённым или облачным серверам), повышение помехозащищённости и интеграцию с системами управления.

Заключение

Таким образом, реализация предложенных направлений модернизации позволит трансформировать ТКУ «Метафора» из средства межсетевое сопряжения в интеллектуальную коммуникационную платформу. Такое устройство будет способно не только объединять разнородные сети, но и повышать качество передаваемой информации, обеспечивать скрытность управления и интегрировать подразделение МЧС России в единое информационное пространство в условиях сложной сигнально помеховой обстановки, предоставлять возможность создавать единый контур голосового управления с подразделениями при ликвидации ЧС.

В результате применения ТКУ «Метафора» повышается координация действий, все необходимые звенья – от штабов до передовых групп – остаются на голосовой связи между собой, независимо от того, используют они радиостанции, полевые или стационарные IP-телефоны. Высокие тактико-технические характеристики позволяют обеспечить взаимодействие не только между подразделениями МЧС России, но и с подразделениями силовых министерств и ведомств Российской Федерации, а также с иностранными подразделениями, с которым совместно выполняются поставленные задачи.

Список источников

1. Иванов В.Г., Лукьянчик В.Н., Поляков Д.Н. Повышение устойчивости управления и связи робототехническими комплексами военного назначения в современных операциях // Телекоммуникации и связь. 2024. № 1 (1). С. 16–29.
2. Корчак В.Ю., Полубехин А.И., Юрин А.А. Основные положения концепции развития робототехнических комплексов военного назначения // Стратегическая стабильность. 2024. № 4 (109). С. 2–6.
3. Вероятностная модель оценки структурной связности сетей радиотехнических систем в условиях деструктивных воздействий / С.А. Якушенко [и др.] // Телекоммуникации и связь. 2025. № 3 (6). С. 65–73.
4. Роль и место аудиоконференцсвязи в системе связи по опыту специальной военной операции / Г.А. Тучин [и др.] // Вопросы оборонной техники. Сер. 16: Технические средства противодействия терроризму. 2025. № 5-6 (203-204). С. 58–64.
5. Использование разреженных кодов в системе связи / И.А. Потапов [и др.] // Известия Высшей военной школы Генерального штаба Вооруженных сил Республики Ангола. 2025. № 3. С. 71–74.
6. Обработка передаваемого сигнала в сетях связи военного назначения / В.Н. Оберддерфер [и др.] // Вопросы оборонной техники. Сер. 16: Технические средства противодействия терроризму. 2023. № 1-2 (175-176). С. 62–70.
7. Лукьянчик В.Н., Старков А.М., Сарафанников В.С. Системные аспекты построения телекоммуникационной сети в вооруженных конфликтах современности // Телекоммуникации и связь. 2024. № 1 (1). С. 59–67.
8. Константинова А.А., Редкова Н.А. Задача обработки речевых сигналов методом векторного квантования линейных спектральных корней // Известия Высшей военной школы Генерального штаба Вооруженных сил Республики Ангола. 2025. № 4. С. 53–57.
9. Курочкин П.В., Тарасов А.А., Шабалов А.Т. Перестройка параметров адаптации в системах передачи данных. // Известия Высшей военной школы Генерального штаба Вооруженных сил Республики Ангола. 2025. № 3. С. 103–108.
10. Иванов В.Г., Лукьянчик В.Н., Поляков Д.Н. Повышение устойчивости управления и связи робототехническими комплексами военного назначения в современных операциях // Телекоммуникации и связь. 2024. № 1 (1). С. 16–29.
11. Lipatnikov V.A., Kuzin P.I., Rabin A.V. The method of increasing the reliability of noise immunity when receiving information in radio communication systems of the shf and ehf ranges // Journal of Physics: Conference Series. Krasnoyarsk, 2020. С. 52100.
12. Иванов В.Г., Лукьянчик В.Н. Необходимость изменения в подготовке военных специалистов и кадрового развития Вооруженных сил Российской Федерации // Телекоммуникации и связь. 2025. № 1 (4). С. 86–91.

References

1. Ivanov V.G., Luk'yanchik V.N., Polyakov D.N. Povyshenie ustojchivosti upravleniya i svyazi robototekhnicheskimi kompleksami voennogo naznacheniya v sovremennyh operatsiyah // Telekommunikacii i svyaz'. 2024. № 1 (1). S. 16–29.
2. Korchak V.Yu., Polubekhin A.I., Yurin A.A. Osnovnye polozheniya koncepcii razvitiya robototekhnicheskikh kompleksov voennogo naznacheniya // Strategicheskaya stabil'nost'. 2024. № 4 (109). S. 2–6.

3. Veroyatnostnaya model' ocenki strukturnoj svyaznosti setej radiotekhnicheskikh sistem v usloviyah destruktivnykh vozdeystvij / S.A. Yakushenko [i dr.] // *Telekommunikacii i svyaz'*. 2025. № 3 (6). S. 65–73.
4. Rol' i mesto audiokonferencsvyazi v sisteme svyazi po opyту special'noj voennoj operacii / G.A. Tuchin [i dr.] // *Voprosy oboronnoj tekhniki. Ser. 16: Tekhnicheskie sredstva protivodeystviya terrorizmu*. 2025. № 5-6 (203-204). S. 58–64.
5. Ispol'zovanie razrezhennykh kodov v sisteme svyazi / I.A. Potapov [i dr.] // *Izvestiya Vyssej voennoj shkoly General'nogo shtaba Vooruzhennykh sil Respubliki Angola*. 2025. № 3. S. 71–74.
6. Obrabotka peredavaemogo signala v setyah svyazi voennogo naznacheniya / V.N. Oberderfer [i dr.] // *Voprosy oboronnoj tekhniki. Ser. 16: Tekhnicheskie sredstva protivodeystviya terrorizmu*. 2023. № 1-2 (175-176). S. 62–70.
7. Luk'yanchik V.N., Starkov A.M., Sarafannikov V.S. Sistemnye aspekty postroeniya telekommunikacionnoj seti v vooruzhennykh konfliktakh sovremennosti // *Telekommunikacii i svyaz'*. 2024. № 1 (1). S. 59–67.
8. Konstantinova A.A., Redkova N.A. Zadacha obrabotki rechevykh signalov metodom vektornogo kvantovaniya linejnykh spektral'nykh kornej // *Izvestiya Vyssej voennoj shkoly General'nogo shtaba Vooruzhennykh sil Respubliki Angola*. 2025. № 4. S. 53–57.
9. Kurochkin P.V., Tarasov A.A., Shabalov A.T. Perestrojka parametrov adaptacii v sistemah peredachi dannykh. // *Izvestiya Vyssej voennoj shkoly General'nogo shtaba Vooruzhennykh sil Respubliki Angola*. 2025. № 3. S. 103–108.
10. Ivanov V.G., Luk'yanchik V.N., Polyakov D.N. Povyshenie ustojchivosti upravleniya i svyazi robototekhnicheskimi kompleksami voennogo naznacheniya v sovremennykh operaciyah // *Telekommunikacii i svyaz'*. 2024. № 1 (1). S. 16–29.
11. Lipatnikov V.A., Kuzin P.I., Rabin A.V. The method of increasing the reliability of noise immunity when receiving information in radio communication systems of the shf and ehf ranges // *Journal of Physics: Conference Series. Krasnoyarsk*, 2020. S. 52100.
12. Ivanov V.G., Luk'yanchik V.N. Neobhodimost' izmeneniya v podgotovke voennykh specialistov i kadrovogo razvitiya Vooruzhennykh sil Rossijskoj Federacii // *Telekommunikacii i svyaz'*. 2025. № 1 (4). S. 86–91.

Информация о статье:

Статья поступила в редакцию: 10.12.2025; одобрена после рецензирования: 15.03.2026; принята к публикации: 19.03.2026

Information about the article:

The article was submitted to the editorial office: 10.12.2025; approved after review: 15.03.2026; accepted for publication: 19.03.2026

Информация об авторах:

Асанин Антон Викторович, декан факультета (инженерного) Академии гражданской защиты МЧС России им. Д.И. Михайлика (141435, Московская обл., г. Химки, ул. Соколовская, д. 1), кандидат технических наук, доцент, e-mail: a.asanin@agz.50.mchs.gov.ru, <https://0000-0001-8388-9586>, SPIN-код: 2292-0996

Иванов Василий Геннадьевич, профессор кафедры информатики и вычислительной техники Академии гражданской защиты МЧС России им. Д.И. Михайлика (141435, Московская обл., г. Химки, ул. Соколовская, д. 1), доктор военных наук, доцент, e-mail: wasj2006@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2246-6114>, SPIN-код: 9266-1770

Кузин Павел Игоревич, доцент кафедры информационных систем Санкт-Петербургского государственного лесотехнического университета им. С.М. Кирова (194021, Санкт-Петербург, Институтский пер., д. 5), кандидат технических наук, доцент, e-mail: kuzik78@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0880-6204>, SPIN-код: 7682-9125

Степунин Дмитрий Владимирович, доцент кафедры пожарной безопасности технологических процессов и производств Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), кандидат военных наук, доцент, e-mail: stepynin.stepynind@yandex.ru, <https://orcid.org/0009-0001-2106-4375>, SPIN-код: 2511-8265

Information about the authors:

Asanin Anton V., dean of the faculty (engineering) of the Civil Defence Academy of EMERCOM of Russia named after Lieutenant General D.I. Mikhaylik (141435, Moscow region, Khimki, Sokolovskaya st., 1), candidate of technical sciences, associate professor, e-mail: a.asanin@agz.50.mchs.gov.ru, <https://0000-0001-8388-9586>, SPIN: 2292-0996

Ivanov Vasily G., professor of the department of informatics and computer science of the Civil Defence Academy of EMERCOM of Russia named after Lieutenant General D.I. Mikhaylik (141435, Moscow region, Khimki, Sokolovskaya st., 1), doctor of military sciences, associate professor, e-mail: wasj2006@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2246-6114>, SPIN: 9266-1770

Kuzin Pavel I., associate professor of the department of information systems of the Saint-Petersburg State Forest Technical University named after S.M. Kirov (194021, Saint Petersburg, Institutsky lane, 5), candidate of technical sciences, associate professor, e-mail: kuzik78@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0880-6204>, SPIN: 7682-9125

Stepynin Dmitry V., associate professor of the department of fire safety of technological processes and production of Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia (196105, Saint Petersburg, Moskovsky ave., 149), candidate of military sciences, associate professor, e-mail: stepynin.stepynind@yandex.ru, <https://orcid.org/0009-0001-2106-4375>, SPIN: 2511-8265