

Научная статья

УДК 614.8; DOI: 10.61260/2218-13X-2024-2-53-61

ПРОБЛЕМЫ ОРГАНИЗАЦИИ КОРОТКОВОЛНОВОЙ РАДИОСВЯЗИ В АРКТИЧЕСКОМ РЕГИОНЕ

✉ Сулима Тимофей Геннадьевич.

Департамент образовательной и научно-технической деятельности МЧС России,
Москва, Россия.

Папырин Владимир Владимирович;

Сидоров Владимир Константинович.

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

Васильев Василий Васильевич.

Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону, Россия

✉ t.sulima@mchs.gov.ru

Аннотация. Рассматриваются проблемы организации коротковолновой радиосвязи в Арктическом регионе. Определены возможные способы их решения, а также пути развития данного вида связи в регионах Крайнего Севера и других труднодоступных районах Российской Федерации. Проведен краткий анализ результатов мониторинга и апробации нового оборудования средств связи в рамках Межведомственных опытно-исследовательских учений сил и средств МЧС России, которые проводились в 2023 г. По результатам анализа разработаны научно обоснованные рекомендации по использованию оборудования связи и применению её в спасательных подразделениях МЧС России в Арктической зоне Российской Федерации. Коротковолновая радиосвязь может быть единственной альтернативой при работе в Арктическом регионе или на других труднодоступных территориях. В результате проведенных мероприятий в Арктические комплексные аварийно-спасательные центры МЧС России стало поступать для эксплуатации современное высокотехнологичное оборудование связи.

Ключевые слова: Арктика, Крайний Север, Северный морской путь, безопасность жизнедеятельности, геомагнитные возмущения, коротковолновая радиосвязь, программно-определяемое радио, мобильная связь

Для цитирования: Сулима Т.Г., Папырин В.В., Сидоров В.К., Васильев В.В. Проблемы организации коротковолновой радиосвязи в Арктическом регионе // Науч.-аналит. журн. «Вестник С.-Петерб. ун-та ГПС МЧС России». 2024. № 2. С. 53–61. DOI: 10.61260/2218-13X-2024-2-53-61.

Scientific article

PROBLEMS OF SHORTWAVE RADIO COMMUNICATION ORGANIZATION IN THE ARCTIC REGION

✉ Sulima Timofey G.

Department of educational, scientific and technical activities of EMERCOM of Russia,
Moscow, Russia.

Papyrin Vladimir V.;

Sidorov Vladimir K.

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

Vasiliev Vasily V.

Southern federal university, Rostov-on-Don, Russia

✉ t.sulima@mchs.gov.ru

Abstract. The problems of shortwave radio communication organization are considered in the Arctic region. Possible ways to solve them are identified, as well as ways to develop this type

of communication in the regions of the Far North and other hard-to-reach areas of the Russian Federation. A brief analysis of the results of monitoring and testing of new communication equipment was carried out within the framework of Interdepartmental experimental research exercises of the forces and Means of EMERCOM of Russia, which were held in 2023. Based on the results of the analysis, scientifically based recommendations on the use of communication equipment have been developed and the use of rescue units of EMERCOM of Russia in the Arctic zone of the Russian Federation. Shortwave radio communication may be the only alternative when working in the Arctic region or in other hard-to-reach areas. As a result of the activities carried out in the Arctic integrated emergency rescue centers The EMERCOM of Russia began to receive modern high-tech communication equipment for operation.

Keywords: Arctic, Far North, Northern sea route, life safety, geomagnetic disturbances, shortwave radio communication, software-defined radio, mobile communications

For citation: Sulima T.G., Papyrin V.V., Sidorov V.K., Vasiliev V.V. Problems of shortwave radio communication in the Arctic region // Scientific and analytical journal «Vestnik Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia». 2024. № 2. P. 53–61. DOI: 10.61260/2218-13X-2024-2-53-61.

Введение

Арктический регион представляет собой уникальную среду с особыми условиями, которые оказывают влияние на все сферы жизнедеятельности, в том числе и на организацию радиосвязи. При использовании коротковолновой (КВ) радиосвязи в Арктике имеется ряд проблем, которые могут серьезно затруднить обмен информацией между различными точками региона.

Устойчивое развитие радиосвязи в Арктическом регионе было начато в 30-х гг. XX в. Стратегическая необходимость и безусловная важность радиосвязи в условиях почти полного отсутствия других видов связи была понята широкой общественностью Советского Союза достаточно четко и ясно. Спасение экспедиции «Нобиле», героическая борьба за жизнь челюскинцев, экспедиционные рейсы ледоколов «Красин» и «Литке», работа первого полярного радиоузла на острове Диксон и ряд других событий того времени в Арктике убедительно доказали значимость именно коротковолнового вида связи.

К началу 1935 г. на 43 полярных станциях Советской Арктики было установлено оборудование КВ радиосвязи, а уже к концу второй пятилетки (1937 г.) количество полярных станций, обеспечивающих ледовые наблюдения и выполнение научно-исследовательских работ, было доведено до 89. Основной задачей всех полярных станций было обслуживание трассы Северного морского пути. Все станции были связаны между собой сетью коротковолновой радиосвязи [1].

Проблемы организации КВ радиосвязи в Арктическом регионе

Необходимо обратить внимание на основные проблемы организации коротковолновой радиосвязи в Арктическом регионе и возможные пути их решения [2, 3].

Основными проблемами организации коротковолновой радиосвязи в Арктике являются:

– географическая удаленность: Арктический регион характеризуется разреженной населенностью и отдаленными поселениями, что создает проблемы с организацией инфраструктуры для радиосвязи. В связи с этим многие районы остаются плохо покрытыми сетью связи;

– экстремальные природные условия: Арктика характеризуется суровым климатом, который может негативно влиять на работу радиооборудования. Низкие температуры, снегопады, сильные ветры и другие природные явления могут вызывать поломки и сбои в работе оборудования;

– геомагнитные возмущения: Арктика подвержена сильным геомагнитным возмущениям, которые могут существенно влиять на радиосвязь. Это может привести к искажению сигналов, помехам и потере связи;

– ограниченная инфраструктура: в связи с низкой населенностью и сложными условиями эксплуатации, инфраструктура для радиосвязи в Арктическом регионе часто оказывается недостаточно развитой и ограниченной.

Возможные пути решения проблем организации КВ радиосвязи в Арктическом регионе:

– развитие специализированной инфраструктуры: необходимо инвестировать в создание специальных радиокommunikационных систем, адаптированных к условиям арктической среды. Это включает в себя установку дополнительных ретрансляторов, спутниковых систем связи и других средств и видов связи;

– использование технологических инноваций: применение передовых технологий, таких как антенные системы с улучшенной диаграммой направленности, цифровая обработка сигналов и т.д., может помочь улучшить эффективность КВ радиосвязи в условиях Арктического региона;

– международное сотрудничество: совместные усилия государств, научных организаций и частных компаний могут способствовать разработке и внедрению общих стандартов и решений для обеспечения надежной радиосвязи в Арктическом регионе.

Проблемы организации КВ радиосвязи в Арктическом регионе создают серьезные трудности, но с правильно привлеченными инвестициями, инновационными решениями и четким межведомственным взаимодействием они могут быть успешно преодолены. Это не только позволит обеспечить эффективную связь для жителей и организаций региона, но также будет способствовать планомерному и качественному развитию экономики и научных исследований в Арктической зоне Российской Федерации.

Натурные испытания оборудования связи

В апреле 2023 г. на территории Республики Коми, Ненецкого АО и Ямало-Ненецкого АО была проведена экспедиция, которая стала важной составной частью Межведомственных опытно-исследовательских учений сил и средств единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций в Арктической зоне Российской Федерации. Маршрут экспедиции проходил в труднодоступной зоне российской Арктики (рис. 1).

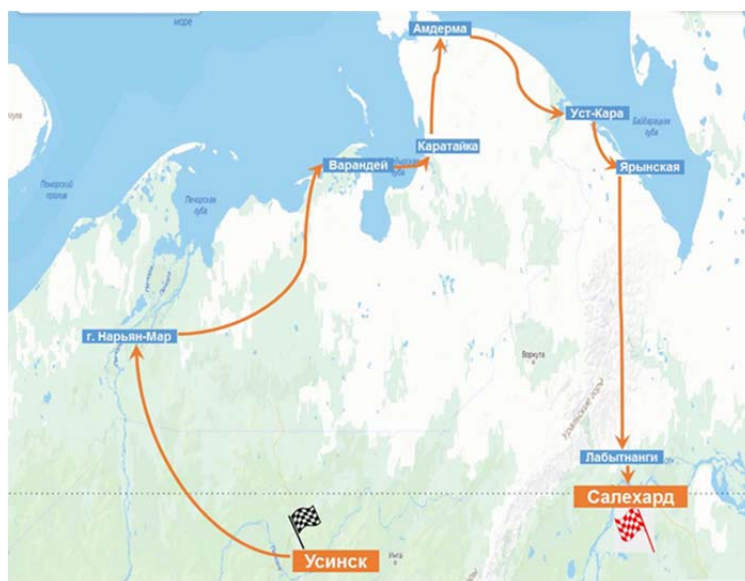


Рис. 1. Маршрут экспедиции «Безопасная Арктика – 2023»

Протяженность маршрута экспедиции «Безопасная Арктика – 2023» составила более 1 500 км по территории Арктической зоны Российской Федерации. В рамках экспедиции было спланировано девять научно-исследовательских задач, одна из которых затрагивала исследование вопросов организации связи и управления, а также эффективности применения информационно-коммуникационных технологий подразделениями МЧС России при выполнении задач в условиях Арктической зоны Российской Федерации.

Одной из целей экспедиции было проведение мониторинга работы штатных средств связи подразделений МЧС России, привлекаемых для проведения экспедиции, а также обеспечения ее безопасности.

Для достижения вышеуказанной цели при продвижении по маршруту экспедиции была оценена работа радиостанций в диапазоне ультракоротких волн (УКВ): носимых – ТАКТ-301, ТАКТ-303, Моторола DP3601, Гранит-1P32H; возимых – ТАКТ-201, Моторола DM3601, а также навигационных спутниковых треккеров – «StecTrace», «Азимут», абонентского спутникового терминала «Гонец», спутникового телефона «Иридиум-9555» (спутниковой системы связи Иридиум) и терминала спутниковой связи BGAN Explorer 700 (спутниковой системы связи Инмарсат).

Всего было проведено 1 128 сеансов УКВ радиосвязи при движении в колонне автомобильной техники экспедиции. Для докладов с мест стоянок и ночевок в штаб экспедиции и Центр управления в кризисных ситуациях (ЦУКС) МЧС России использовался мобильный телефон спутниковой системы связи Иридиум. Оборудование связи отработало штатно и без замечаний.

Однако основной задачей экспедиции являлась апробация нового оборудования (в том числе средств связи) отечественных производителей.

Для апробации были задействованы три отечественные цифровые КВ радиостанции «Аксимут-100С» производства ООО «Ратем» (г. Таганрог) – единственного производителя, представившего свое оборудование для испытаний в Арктическом регионе.

«Аксимут-100С» представляет собой современную цифровую радиостанцию, предназначенную для работы в КВ сетях радиосвязи различного назначения. Радиостанция может использоваться как для работы в составе мобильных радиосредств, так и для работы в стационарных условиях. «Аксимут-100С» имеет защищенное исполнение, способна работать в неблагоприятных климатических условиях и в условиях воздействия механических колебаний (на борту вездеходов и других транспортных средств), имеет степень защиты IP-67.

Радиостанция построена на базе технологии программно-определяемого радио (англ. SDR – Software Defined Radio) и представляет собой универсальную приемо-передающую платформу [4, 5]. Принцип прямой оцифровки сигналов в режиме приема и прямого цифрового синтеза в режиме передачи позволяет адаптировать станцию под любые задачи и типы используемых сигналов. Алгоритмы работы радиостанции могут изменяться путем обновления/изменения программного обеспечения. На рис. 2 изображена структурная схема комплекса радиостанции.

Радиостанция «Аксимут-100С» отвечает требованиям сухопутной службы связи, находится в Едином техническом справочнике и может использоваться в любых технологических и ведомственных сетях.

Для расширения возможностей КВ канала связи и повышения его надежности при одновременном снижении требований к качеству прохождения радиоволн в радиоканале ООО «Ратем» разработало новую систему связи «Аксимут». Цифровая комплексная система связи (КСС) «Аксимут» строится по принципу сотовой системы связи в КВ диапазоне частот. В основаниях сот находятся базовые станции, объединенные между собой через сеть Интернет. Они размещаются в местах наличия инфраструктуры (электричество, интернет) и обеспечивают широкий охват труднодоступных территорий за счет большого радиуса покрытия между базовыми станциями – до 500 км. Использование простых антенн и зенитного канала связи позволяет получить равномерное покрытие зоны внутри радиуса действия базовой станции с малыми затратами на ее возведение и обслуживание.

В некоторых случаях базовые станции из соседних сот обеспечивают непрерывность работы системы связи и повышают общую стабильность работы.

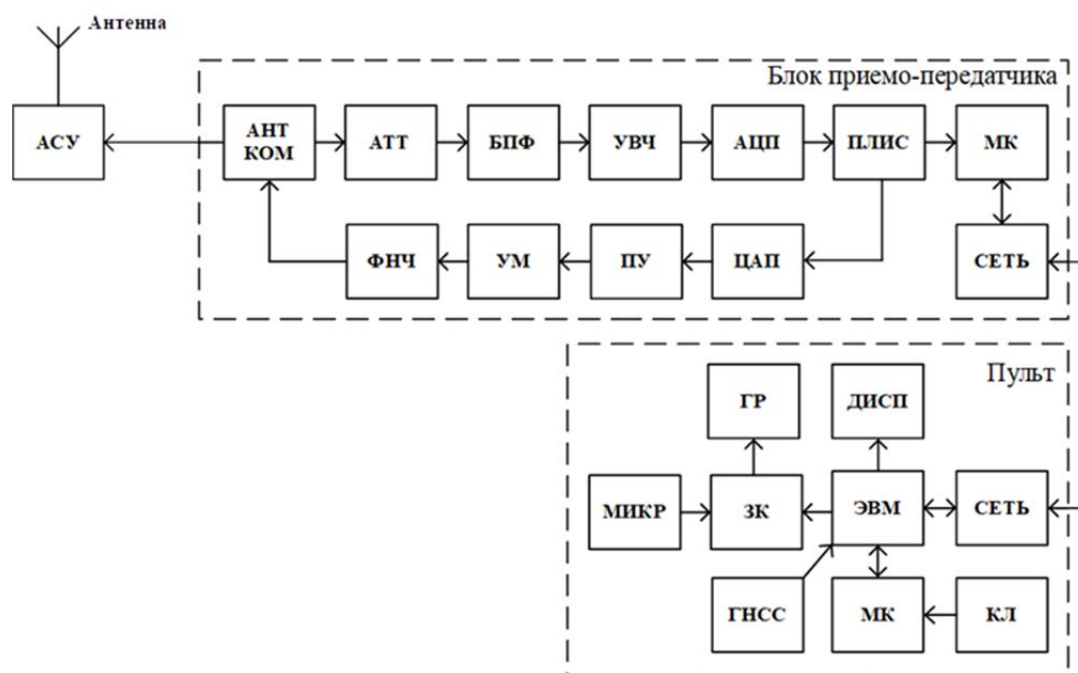


Рис. 2. Структурная схема радиостанции, построенной на базе технологии SDR:
 АСУ – автоматическое согласующее устройство; АНТ КОМ – антенный коммутатор;
 АТТ – аттенюатор; БПФ – блок полосовых фильтров; УВЧ – усилитель высокой частоты;
 АЦП – аналого-цифровой преобразователь; ПЛИС – программируемая логическая интегральная схема; МК – микроконтроллер; ФНЧ – фильтр низких частот;
 УМ – усилитель мощности; ПУ – предварительный усилитель; ЦАП – цифро-аналоговый преобразователь; СЕТЬ – сеть; ГР – громкоговоритель; ДИСП – дисплей;
 МИКР – микрофон; ЗК – звуковая карта; ЭВМ – электронно-вычислительная машина;
 ГНСС – приемник глобальной навигационной спутниковой системы; КЛ – клавиатура

Работа КСС «Аксимут» строится на цифровом протоколе передачи данных с системой адресации абонентских станций. За счет типа цифрового сигнала и наложенного на него помехоустойчивого кодирования стала возможной передача данных в условиях нестабильного прохождения радиосигналов, что актуально в условиях Крайнего Севера [6]. Протокол позволяет вести обмен разнородными типами данных, что легло в основу аббревиатуры КСС.

КСС обеспечивает работу следующих сервисов:

- обмен короткими текстовыми сообщениями. Позволяет отправлять заданному абоненту текстовое сообщение в свободной форме (аналог SMS в сотовой GSM-связи);
- отправка собственных координат абонентской станцией с наложением их на персонализированную электронную карту мира (трекинг). У каждого абонента имеется уникальная ссылка на электронную карту с историей передвижений;
- отправка аварийного сообщения – маяка на электронную карту. В течение суток отправленный на электронную карту маяк будет динамически изменять свои размеры (мигать) для привлечения внимания дежурного, следящего за передвижением абонентов.

Обмен информацией через сервисы КСС осуществляется как между абонентскими КВ радиостанциями, так и через приложение на смартфоне, облегчая взаимодействие с системой для абонентов, находящихся в условиях доступной инфраструктуры связи.

В качестве абонентских терминалов КСС «Аксимут» применяются мобильные радиостанции «Аксимут-100С» и носимые радиостанции «Аксимут-20М» в ранцевом

исполнении. Абонентский терминал размещается на транспортных средствах (вездеходы, снегоходы, квадроциклы, грузовые автомобили и пр.), стационарных объектах (метеостанции, Арктические комплексные аварийно-спасательные центры (АКАСЦ) и пр.) либо в рюкзаке при использовании носимого абонентского терминала в пешем порядке.

В ходе проведения испытаний (апробации) осуществлялась работа радиостанций по следующим направлениям:

- апробация радиостанции «Аксимут-100С» в рамках ведомственной сети связи МЧС России в телефонном режиме, класс излучения J3E;
- апробация радиостанции «Аксимут-100С» в рамках работы КСС «Аксимут» в цифровом режиме, класс излучения F1D (ООО «Ратем»);
- для работы в движении в колонне между операторами-водителями колесно-гусеничной техники в телефонном режиме, класс излучения J3E.

За время проведения экспедиции всего было осуществлено:

- текстовые сообщения: отправлено 246 сообщений, принято 215 сообщений, достоверность 86 %;
- координаты транспортного средства: отправлено 1 525 сообщений, принято 1 466 сообщений, достоверность 96 %;
- аварийные координаты транспортного средства: отправлено 15 сообщений, принято 15 сообщений, достоверность 100 %.

В ведомственной сети связи КВ диапазона было проведено 66 сеансов радиосвязи с разными удаленными корреспондентами.

Необходимо отметить, что при развертывании цифровой сети связи в рамках ведомственной сети связи МЧС России на базе отечественных средств связи «Аксимут» появляется возможность перехода на качественно иной уровень организации связи. Сотовая структура КВ сети связи требует наличия КВ базовых станций, подключенных к централизованному серверу. Также допускается использование базовых станций локально. Каждая КВ базовая станция охватывает территорию радиусом до 500 км (диаметром до 1 000 км), что представляет интерес при работе подразделений МЧС России на труднодоступных территориях [7]. Для охвата труднодоступных территорий России (около 80 % от общей площади) требуется порядка 30 базовых станций. Стоимость поддержания КВ инфраструктуры связи в рабочем состоянии несоизмеримо меньше по сравнению со спутниковыми системами связи. КВ базовые станции цифровой системы связи строятся в необслуживаемом варианте исполнения и могут работать годами без участия человека. В г. Воркуте базовая станция работает в режиме апробации в течение трех лет. За это время специалистами производителя она обслуживалась всего два раза, в остальное время контроль работоспособности производился дистанционным методом.

Основные выводы по результатам проведенных исследований

Выдвинутая гипотеза опытно-исследовательской задачи, а именно организация канала КВ радиосвязи по маршруту движения экспедиции, который обеспечит обмен информацией и передачу данных с пунктами управления и ЦУКС МЧС России, а также мобильную связь внутри колонны с однотипными радиосредствами «Аксимут-100С», была подтверждена в полном объеме.

Арктическая экспедиция показала следующие результаты в части работы систем связи:

- мобильные УКВ радиостанции с выходной мощностью 20–40 Вт и настроенными антеннами на крышах вездеходов хорошо работают для связи в колонне, в том числе при растягивании колонны на несколько километров. Однако при движении растянутой колонны по пересеченной/горной местности более 3–5 км наблюдается ухудшение/нарушение связи, что приводит к необходимости ретрансляции речевой информации участниками экспедиции, находящимися в середине колонны. Ситуация усугубляется, если антенны находятся

в ненадлежащем состоянии – не настроены или неправильно установлены, а также при работе на портативные средства УКВ радиосвязи из салонов вездеходов;

– для связи с «большой землей» имеется единственный канал – спутниковая система связи «Иридиум». Абонентские терминалы «Иридиум» были практически в каждом вездеходе. Нахождение спутников в экваториальной зоне, а абонентов – в Заполярье иногда приводит к сбоям в работе, например, при закрытом горизонте или высокой плотности осадков, или пурге;

– штатных КВ средств связи на экспедиционной технике не было.

КВ связь может быть единственной альтернативой при работе в Арктическом регионе или на других труднодоступных территориях [8, 9]. Данное обстоятельство может актуализироваться в условиях военного противостояния и ужесточения санкционного режима. Помимо дальней радиосвязи, короткие волны обеспечивают ближнюю связь в режиме зенитного излучения. Связь обеспечивается уже на единицах километров и может быть устойчивой до десятков и сотен. Данное свойство позволяет организовать устойчивую связь в колонне, даже если она движется по глубокому извилистому ущелью [10].

Универсальная цифровая КВ радиостанция «Аксимут-100С», поддерживающая работу в аналоговом режиме однополосной телефонии (класс излучения J3E), совместима с уже стоящими на вооружении радиостанциями. Применение комплекта радиостанции «Аксимут-100С» обеспечивает работу в уже сформированной радиосети МЧС России, а также позволяет осуществить развертывание новой цифровой сети связи. Работа в уже принятом аналоговом телефонном режиме связи может быть совмещена с работой в цифровом формате системы связи и позволит при необходимости организовать «бесшовный» переход.

Необходимо отметить, что зарубежные производители также предлагают оборудование радиосвязи, работа которого организована на базе технологии программно-определяемого радио, однако отечественное производство радиостанций «Аксимут-100С» выполнено по требованиям импортозамещения и обеспечивает надежность поставок в условиях введенных санкций.

По результатам проведенных учений было рекомендовано принять на опытную эксплуатацию КСС (производство ООО «Ратем», г. Таганрог) в подразделения МЧС России, расположенные в Арктической зоне Российской Федерации.

Основные результаты проведенной работы по реализации полученных рекомендаций

В интересах различных подразделений МЧС России, в период после окончания экспедиции «Безопасная Арктика – 2023» и по настоящее время, на основе научно-обоснованных рекомендаций были реализованы следующие мероприятия:

– Певекский АКАСЦ: для организации связи закуплено «Аксимут-100С» – 10 шт., «Аксимут-20М» – 4 шт.;

– Академия Государственной противопожарной службы МЧС России: для организации учебного класса закуплено «Аксимут-100С» – 4 шт.;

– Главное управление МЧС России по РСО-Алания: закуплено «Аксимут-100С» – 1 шт.;

– ФКУ ЦБИТ МЧС России: закуплено «Аксимут-100С» – 4 шт.

В Воркутинском АКАСЦ в настоящее время на мобильных объектах апробируются в режиме опытной эксплуатации шесть комплектов радиостанций «Аксимут-100С», а также один комплект радиостанции «Аксимут-100С» проходит апробацию в подразделениях Центроспас.

В рамках экспедиции «Безопасная Арктика – 2025» предлагается провести апробацию базовых станций КСС «Аксимут», которые в перспективе могут стать частью ведомственной КВ системы связи МЧС России в Арктике.

Список источников

1. Воробьев А.В. Организация радиосвязи в Арктике // Советская Арктика. М.: Изд-во Главсевморпути, 1935. № 3. С. 37–41.
2. Организация радиосвязи подразделений МЧС России, выполняющих задачи в Арктическом регионе: отчет о НИР (заключительный). СПб., 2018. Инв. № 40/НИИ. 56 с.
3. Исследование и анализ применения программно-аппаратного комплекса КВ радиосвязи для организации взаимодействия в ближней зоне (до 300 км) при ликвидации последствий ЧС как составного элемента перспективной комплексной системы связи подразделений МЧС России, выполняющих задачи в Арктической зоне Российской Федерации: отчет о НИР (заключительный). СПб., 2020. Инв. № 36/НИИ. 34 с.
4. Галкин В.А. Основы программно-конфигурируемого радио. М.: Горячая линия – Телеком, 2013. 372 с. ISBN 978-5-9912-0305-0.
5. Software defined radio: architectures, systems, and functions. Dillinger M., Madani K., Alonistioti N. Wiley, 2003. 416 p.
6. Кузьмичев А.П. Проблемы организации связи с труднодоступными и полярными станциями // Российские полярные исследования. 2014. № 3 (17). С. 24–27.
7. Горбушина Г.Н., Дриацкий В.М., Жулина Е.М. Инструкция по расчету коротковолновых линий радиосвязи на высоких широтах. М.: Наука, 1969. 109 с.
8. Папырин В.В., Сидоров В.К. Некоторые аспекты организации цифровой коротковолновой радиосвязи в Арктике // Науч.-аналит. журн. «Вестник С.-Петерб. ун-та ГПС МЧС России». 2019. № 3. С. 1–6. EDN EBBYNR.
9. Папырин В.В., Сидоров В.К. Проблемы организации коротковолновой радиосвязи в Арктике и возможные пути их решения // Науч.-аналит. журн. «Вестник С.-Петерб. ун-та ГПС МЧС России». 2020. № 1. С. 1–4. EDN XBAMBP.
10. Современные проблемы радиофизики и радиотехники: Омский науч. семинар. Омск: Омский гос. ун-т им. Ф.М. Достоевского, 2019.

References

1. Vorob'ev A.V. Organizaciya radiosvyazi v Arktike // Sovetskaya Arktika. M.: Izd-vo Glavsevmorputi, 1935. № 3. S. 37–41.
2. Organizaciya radiosvyazi podrazdelenij MCHS Rossii, vpolnyayushchih zadachi v Arkticheskom regione: otchet o NIR (zaklyuchitel'nyj). SPb., 2018. Inv. № 40/НИИ. 56 s.
3. Issledovanie i analiz primeneniya programmno-apparatnogo kompleksa KV radiosvyazi dlya organizacii vzaimodejstviya v blizhnej zone (do 300 km) pri likvidacii posledstvij CHS kak sostavnogo elementa perspektivnoj kompleksnoj sistemy svyazi podrazdelenij MCHS Rossii, vpolnyayushchih zadachi v Arkticheskoy zone Rossijskoj Federacii: otchet o NIR (zaklyuchitel'nyj). SPb., 2020. Inv. № 36/НИИ. 34 s.
4. Galkin V.A. Osnovy programmno-konfiguriruемого radio. M.: Goryachaya liniya – Telekom, 2013. 372 s. ISBN 978-5-9912-0305-0.
5. Software defined radio: architectures, systems, and functions. Dillinger M., Madani K., Alonistioti N. Wiley, 2003. 416 p.
6. Kuz'michev A.P. Problemy organizacii svyazi s trudnodostupnymi i polyarnymi stanciyami // Rossijskie polyarnye issledovaniya. 2014. № 3 (17). S. 24–27.
7. Gorbushina G.N., Driackij V.M., Zhulina E.M. Instrukciya po raschetu korotkovolnovykh linij radiosvyazi na vysokih shirotah. M.: Nauka, 1969. 109 s.
8. Papyrin V.V., Sidorov V.K. Nekotory'e aspekty` organizacii cifrovoj korotkovolnovoj radiosvyazi v Arktike // Nauch.-analit. zhurn. «Vestnik S.-Peterb. un-ta GPS MCHS Rossii». 2019. № 3. S. 1–6. EDN EBBYNR.
9. Papyrin V.V., Sidorov V.K. Problemy` organizacii korotkovolnovoj radiosvyazi v Arktike i vozmozhny`e puti ix resheniya // Nauch.-analit. zhurn. «Vestnik S.-Peterb. un-ta GPS MCHS Rossii». 2020. № 1. S. 1–4. EDN XBAMBP.
10. Sovremennye problemy radiofiziki i radiotekhniki: Omskij nauch. seminar. Omsk: Omskij gos. un-t im. F.M. Dostoevskogo, 2019.

Информация о статье:

Статья поступила в редакцию: 22.05.2024; одобрена после рецензирования: 20.06.2024; принята к публикации: 22.06.2024

The information about article:

The article was submitted to the editorial office: 22.05.2024; approved after review: 20.06.2024; accepted for publication: 22.06.2024

Информация об авторах:

Сулима Тимофей Геннадьевич, заместитель начальника отдела Департамента образовательной и научно-технической деятельности МЧС России (121352, Москва, ул. Давыдовская, д. 7), e-mail: t.sulima@mchs.gov.ru, <http://orcid.org/0009-0009-2965-3711>, SPIN-код: 9698-0593

Папырин Владимир Владимирович, начальник отдела перспективных разработок и инновационных технологий в области безопасности жизнедеятельности Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), e-mail: papyrin.v.v@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0003-1420-3629>, SPIN-код: 1503-2385

Сидоров Владимир Константинович, научный сотрудник отдела перспективных разработок и инновационных технологий в области безопасности жизнедеятельности Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), e-mail: hamradio-spb@yandex.ru, <http://orcid.org/0000-0001-9085-8032>, SPIN-код: 3367-2329

Васильев Василий Васильевич, младший научный сотрудник Института радиотехнических систем и управления Южного федерального университета (344006, г. Ростов-на-Дону, ул. Б. Садовая, д. 105/42), e-mail: info@ratem.su, SPIN: 2050-8128

Information about authors:

Sulima Timofey G., deputy head of the Department of educational, scientific and technical activities of EMERCOM of Russia (121352, Moscow, Davydovskaya str., 7), e-mail: t.sulima@mchs.gov.ru, <http://orcid.org/0009-0009-2965-3711>, SPIN: 9698-0593

Papyrin Vladimir V., head of the department of advanced developments and innovative technologies in the field of life safety of Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia (196105, Saint-Petersburg, Moskovsky ave., 149), e-mail: papyrin.v.v@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0003-1420-3629>, SPIN: 1503-2385

Sidorov Vladimir K., researcher at the department of advanced developments and innovative technologies in the field of life safety of Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia (196105, Saint-Petersburg, Moskovsky ave., 149), e-mail: hamradio-spb@yandex.ru, <http://orcid.org/0000-0001-9085-8032>, SPIN: 3367-2329

Vasiliev Vasily V., junior researcher at the institute of radio engineering systems and management of the Southern federal university (344006, Rostov-on-Don, B. Sadovaya str., 105/42), e-mail: info@ratem.su, SPIN: 2050-8128