

В.Н. Почерняев<sup>1</sup>, В.С. Повхлеб<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Одесская национальная академия связи имени А.С. Попова, Киев

<sup>2</sup> Киевский колледж связи, Киев

## СОСТОЯНИЕ И НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ МОБИЛЬНЫХ ЦИФРОВЫХ РАДИОРЕЛЕЙНЫХ СИСТЕМ

*В статье проанализированы недостатки существующих отечественных средств радиорелейной военной связи. Целью работы является формулирование путей совершенствования мобильных цифровых радиорелейных станций. Показано что проблему развития военных систем цифровой радиорелейной связи необходимо решать комплексно. Представлены варианты построения мобильных комбинированных радиосистем СВЧ диапазона на примере цифровой тропосферно-радиорелейной станции. Сформулированы направления проведения опытно-конструкторских работ по совершенствованию военных средств радиорелейной связи.*

**Ключевые слова:** военные средства радиорелейной связи, мобильная цифровая тропосферно-радиорелейная станция, транспортная сеть связи.

### Введение

**Постановка проблемы (задачи).** Одной из важнейших составляющих транспортной сети связи военной системы связи является сеть радиорелейной связи. В настоящее время в Украине на вооружении находятся радиорелейные станции (РРС) типа Р-414 (различные модификации), станции комплекса «Азид» (Р-419 и Р-415), РРС Р-416Г. Кроме того, до настоящего времени на вооружении имеются РРС типа Р-409 (различные модификации).

К недостаткам существующих средств военной радиорелейной связи относятся:

- низкая надежность связи в условиях радиопомех;
- большие габариты и энергопотребление и, как следствие, большое количество транспортных средств, отсутствие автоматизированных антенно-мачтовых устройств (АМУ);
- недостаточная эксплуатационная надежность;
- низкие характеристики по электромагнитной совместимости (ЭМС);
- работа преимущественно в аналоговом режиме;
- отсутствие унификации РРС как по системам управления, так и по составным частям аппаратуры, встроженных систем контроля и диагностики.

Некоторое обновление в семействе радиорелейных систем связано с запуском в серию цифровой РРС Р-414МУ в составе из трех или четырех транспортных единиц, что, однако не устранило недостаток большого количества транспортных средств.

Аппаратная машина Р-414МУ обеспечивает развертывание и одновременную работу четырех радиорелейных направлений с использованием двух комплектов цифрового радиорелейного оборудова-

ния в частотном диапазоне 6,4...7,1 ГГц на полуоткрытых интервалах до 40 км при высоте подвеса антенн до 30 м и двух комплектов цифрового радиорелейного оборудования в частотном диапазоне 14,4...15,4 ГГц на полуоткрытых интервалах до 30 км при высоте подвеса антенн до 20 м. Несмотря на модернизацию в станции по прежнему предусмотрено использование 12-секционной антенной мачты разработки конца 1940-х гг. (применялась в первой многоканальной РРС Р-400).

Цифровая РРС Р-414МУ обеспечивает на магистральных радиорелейных линиях дуплексную связь с пропускной способностью не менее 155 Мбит/с в частотном диапазоне 6,4...7,1 ГГц, а на радиорелейных линиях привязки – пропускную способность не менее 34 Мбит/с в частотном диапазоне 14,4...15,4 ГГц. Данная цифровая РРС обеспечивает ввод/вывод трафика Ethernet на сети пакетной передачи данных со скоростью 100 Мбит/с и поддержку цифровых потоков Е1 синхронной цифровой иерархии.

Модернизация РРС Р-414М «соседнего» государства осуществлена в одномашинном и двухмашинных вариантах, обеспечивает весь диапазон скоростей передачи до 155 Мбит/с, имеет сменные устройства СВЧ на основные диапазоны частот от 1,5 ГГц до 20 ГГц, быстроразвёртываемую АМУ высотой 20 м или 30 м.

**Анализ литературных источников.** В качестве некоторых примеров зарубежных военных РРС можно привести следующие [1–4].

Высокую помехозащищённость станции НАТО TRC-4000 обеспечивает антенная решётка, формирующая нули диаграммы направленности в направлении прихода помехи. Эта станция работает в мультисервисной сети с коммутацией пакетов по сетевой технологии NGN. Станция работает в диапазоне 4,4...5 ГГц (Band IV). Двухмашинный вари-

ант станции позволяет развертывать АМУ на расстоянии 2 км от аппаратной машины, а соединение обеспечивается волоконно-оптическим кабелем. Станция DART-T (США) диапазона 14 ГГц (Band V) является примером комбинированной радиосистемы СВЧ диапазона и может работать в двух режимах: в тропосферном и спутниковом, что повышает устойчивость связи военной системы связи (рис. 1).



Рис. 1. Станция DART-T (США)

Цифровая РРС RL434А (НАТО) имеет широкий набор программируемых интерфейсов и работает в диапазоне 1,35 ... 1,85 ГГц (Band III). Цифровая РРС TN4100 (Франция) работает в диапазоне 1,35 ... 2,3 ГГц (Band III+) по схеме «точка-многоточка» с 30 периферийными станциями и на магистрали в диапазоне 4,4 ... 5 ГГц (Band IV), обеспечивая передачу информации со скоростью ~ 200 Мбит/с.

В современных условиях военных действий особенно перспективным видом многоканальной радиосвязи являются комбинированные тропосферно- радиорелейные станции, которые совмещают возможности традиционных РРС прямой видимости и тропосферных станций [5–6]. В станциях этого типа, также как и в традиционных многоканальных средствах связи повышенное внимание уделяется вопросам устойчивости связи, помехозащищенности, а для этого применяются сигналы на основе ортогональных кусочно-непрерывных функций [7–14].

**Нерешенные вопросы.** За последние пятнадцать лет, насколько известно авторам, была задана только одна опытно-конструкторская работа по радиорелейной тематике. На сегодняшний день не сформулированы тактико-технические требования к современным мобильным цифровым РРС в части:

- обеспечения требуемой помехозащищенности;
- определения требований к надежности цифровых радиорелейных линий;
- автоматизации процессов развертывания АМУ, установления и ведения связи;
- организации систем управления и контроля как РРС, так и создаваемых на их основе линиями связи, и обеспечения безопасности связи при ведении служебных переговоров;

– определения массогабаритных показателей, параметров энергопотребления, формирования ЗИПов.

Считаем необходимым обратить внимание Заказчика на важность создания автоматизированного АМУ высотой  $\geq 30$  м, поскольку техническое решение данного вопроса почти не изменилось за последние семьдесят лет.

Невысокий научно-технический уровень отечественных средств военной радиорелейной связи особенно заметен при сравнении с зарубежными военными РРС, в частности стран НАТО. По имеющимся материалам, эти РРС характеризуются следующим:

- широким использованием СВЧ и КВЧ диапазонов;
  - применением эффективных цифровых методов передачи и обработки информации;
  - возможностью работы в сложной электромагнитной обстановке за счет высоких характеристик по ЭМС и помехозащищенности (применение ППРЧ, расширения спектра, помехоустойчивого кодирования);
  - автоматизацией систем управления, контроля и диагностики, наличием многопротокольных интерфейсов, встроенной аппаратуры засекречивания.
- Целью работы** является формулирование путей совершенствования мобильных цифровых радиорелейных станций.

## Основная часть

Следует отметить, что достижение конкурентоспособного уровня отечественных военных систем цифровой радиорелейной связи невозможно без создания практического задела по использованию передовых телекоммуникационных технологий предприятиями, выполняющими государственный оборонный заказ. Поэтому, проблему совершенствования и развития военных систем цифровой радиорелейной связи необходимо решать комплексно на пути:

- организации проведения научных исследований с целью расширения используемых диапазонов частот, создания новых быстро развёртываемых АМУ, применения новых технологий в антенной и СВЧ технике, в области кодирования и модуляции;
- разработки новых стандартов и других нормативно-технических документов для своевременной реализации в короткие сроки перспективных технологий в военной технике радиосвязи;
- проведения модернизации существующего парка РРС в соответствии с мировыми тенденциями развития радиорелейной связи, как например, переходом на технологии All-IP;
- создания цифровых средств радиорелейной связи двойного назначения, цифровых тропосферно- радиорелейных станций (цифровых комбинирован-

ных радиосистем СВЧ диапазона), многонаправленных цифровых радиорелейных комплексов, работающих по схеме «точка-многоточка».

Можно выделить следующие направления развития и совершенствования зарубежных военных радиорелейных систем:

– освоение новых более высоких диапазонов рабочих частот (60 ГГц и выше);

– применение современной элементной базы СВЧ диапазона;

– увеличение пропускной способности радиорелейных линий за счет применения многоуровневой (многопозиционной) амплитудно-фазовой манипуляции;

– внедрение встроенной системы управления, контроля и диагностики;

– повышение показателей надежности линий связи;

– обеспечение работы средств радиорелейной связи в автономном (не обслуживаемом) режиме.

Отечественный и зарубежный опыт применения полевых средств связи в локальных конфликтах

с высокой динамикой боевых действий показал низкую оперативную готовность той полевой системы связи, которая основана на применении многомашиных средств связи и управления, ее уязвимость средствами огневого поражения.

Возможным выходом из сложившейся ситуации может включение в полевую систему связи беспилотных летательных аппаратов (БЛА) вертолетного типа, оснащенных активными ретрансляторами сигналов.

Транспортная сеть такой полевой системы связи строится на основе мобильных цифровых тропосферно-радиорелейных станций, прямых каналов тропосферных линий связи, унифицированного радиорелейного оборудования с повышенной пропускной способностью.

На рис. 2 представлен конструктив разработанной цифровой тропосферно-радиорелейной станции на базе тропосферных станций (Р-412, Р-417, Р-423-1), а на рис. 3 представлен конструктив разработанной цифровой тропосферно-радиорелейной станции на базе РРС Р-409.

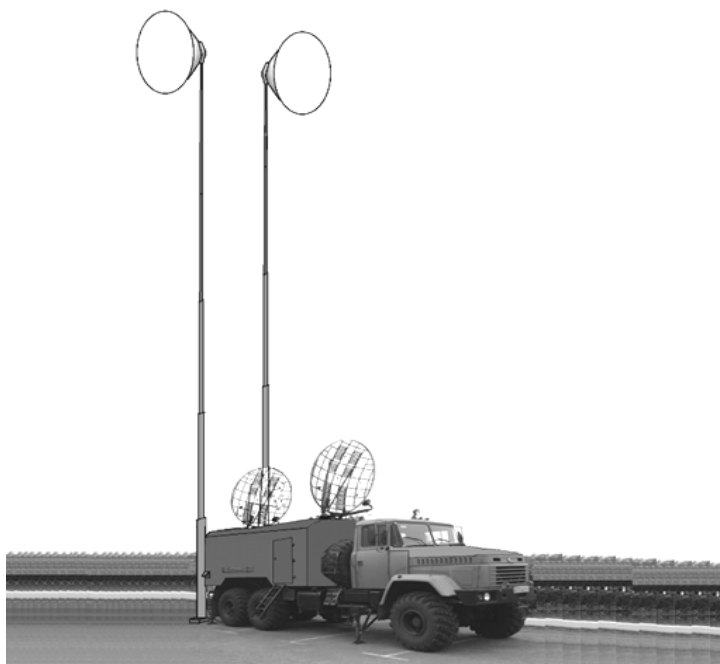


Рис. 2. Конструктив цифровой тропосферно-радиорелейной станции на базе тропосферных станций (Р-412, Р-417, Р-423-1)



Рис. 3. Конструктив разработанной цифровой тропосферно-радиорелейной станции на базе РРС Р-409

Эти комбинированные станции связи имеют общую систему управления и контроля, систему электропитания, и зависимости от требований Заказчика могут иметь общий передающий тракт и общую систему частотообразования.

Предлагаемая модель транспортной сети строится с использованием цифрового помехозащищенного радиооборудования тропосферных и радиорелейных систем, работающего в режимах «точка-точка» и «точка-многоточка» с распределением пропускной способности в зависимости от решаемых задач.

Для организации каналов связи с полевыми пунктами управления (ПУ) используются также активные ретрансляторы сигналов БЛА, работающие в нескольких диапазонах частот.

Как известно, подвижные РРС прямой видимости требуют наличия высоких мачт (порядка 30 м), что существенно снижает их живучесть и мобильность. При этом для своей работы они требуют открытых интервалов, что ограничивает возможности установки этих станций в непосредственной близости от ПУ и рождает массу дополнительных проблем. В итоге снижается мобильность развертывания направлений связи.

Попытка размещения автоматизированной мачты 32 м и аппаратного отсека на одной автомашине привела к созданию одномашинного варианта РРС. Однако, этот вариант с трудом соответствует условиям эксплуатации в полевой системе связи:

- масса РРС ~ 30 т, что в три раза превышает массу эксплуатируемых полевых аппаратных связи (~ 10...11 т), а значит, сильно снижает проходимость в условиях грунтовых дорог;

- снижена маневренность вследствие значительных габаритов транспортной базы (~12 м);

- продолжительная автономная работа РРС в полевой системе связи невозможна из-за отсутствия условий жизнеобеспечения штатного экипажа и ограниченного времени функционирования системы электропитания;

- время развёртывания РРС и вхождения в связь с корреспондентом не уменьшено и находится на уровне существующих мобильных РРС;

- одномашинный вариант также требует для нормальной работы в СВЧ диапазоне наличие открытых интервалов, что усложняет процесс развёртывания системы связи (в труднодоступных районах это может быть почти невозможным).

Актуальной задачей остаётся создание высоко-мобильных помехозащищенных цифровых РРС, обеспечивающих привязку ПУ к узлам связи (УС), соединения между УС независимо от рельефа местности с возможностью работы на полуоткрытых и закрытых интервалах, автоматизированное замещение «пораженных» радиоканалов.

Особенностью некоторых цифровых РРС является соединение выносного приемо-передающего модуля с аппаратной машиной одним коаксиальным кабелем, по которому осуществляется:

- подача электропитания,
- управление опорно-поворотным устройством,
- ведение служебных переговоров,
- передача сигналов управления, контроля и диагностики без нарушения передачи основной информации.

Это достигается тем, что разделение сигналов в коаксиальном кабеле осуществляется не только по частоте, но и по направлению.

## Выводы

Очертим пути создания новых образцов военной техники радиосвязи.

1. Создание высокоэффективных приемопередатчиков на основе применения:

- устройств адаптивной обработки широкополосных сигналов (ШПС) с устройствами их поиска;
- автоматической регулировки мощности передатчика с шагом 0,5–1 дБ;
- многолучевых антенн и цифровых адаптивных антенных решеток;
- унифицированных модулей линейного тракта.

2. Создание высокоскоростных модемов с:

- адаптивным компенсатором межсимвольной интерференции (МСИ);

- адаптивным компенсатором помех;
- реализацией режима частотной адаптации;
- унифицированных модулей-модемсов;
- унифицированных модулей-кодексов.

3. Создание универсальной каналаобразующей аппаратуры на базе цифровых систем, обеспечивающих поддержку сетевого и транспортного уровней, в том числе:

- поддержку различных, в том числе гибридных методов многостанционного доступа;
- использование программируемых интерфейсов;
- применение многофункциональных унифицированных сетевых модулей.

Реализация перечисленных технологий в военной технике радиосвязи позволит:

- создать высокоэффективную интегрированную автоматизированную систему связи и управления войсками и оружием;
- осуществить глубокую унификацию функций, реализуемых средствами цифровой радиорелейной связи и высокую степень взаимозаменяемости типовых перепрограммируемых модулей.

Важно отметить, что опытно-конструкторские работы необходимо вести по трем основным направлениям:

– модернізація існуючих РРС з розробкою швидко розвертуваних АМУ висотою не менше 30 м, автоматизованої вбудованої системи управління, контролю і діагностики, вивносних модулів міліметрового діапазону хвиль (КВЧ діапазону);

– розробка цифрових тропосферно-радіорелейних станцій (комбінованих радіосистем СВЧ діапазону);  
– створення комплексу засобів багатонаправленої цифрової радіорелейної зв'язи («точка-многоточка»).

## Список литературы

1. DART-T. Dual-Mode All-Band Relocatable-Communications Transport Terminal. HC-BLOS Family of Products [Електронний ресурс] – Режим доступа: [https://www.raytheon.com/capabilities/rtnwcm/groups/gallery/documents/digitalasset/rtn\\_229206.pdf](https://www.raytheon.com/capabilities/rtnwcm/groups/gallery/documents/digitalasset/rtn_229206.pdf).
2. Introduction. High Capacity Radio Relays [Електронний ресурс] – Режим доступа: <http://elbitsystems.com/product/introduction-3>.
3. TRC 4000/TRC 4000E. High capacity line of sight radio [Електронний ресурс] // Thales: Radiocommunication Products and Solutions – 2014. – pp. 30-31. Режим доступа: [https://www.thalesgroup.com/sites/default/files/asset/document/2014\\_rcp\\_catalogue\\_-\\_all\\_pages\\_0.pdf](https://www.thalesgroup.com/sites/default/files/asset/document/2014_rcp_catalogue_-_all_pages_0.pdf).
4. RL434A Radio Relay. [Електронний ресурс]. // Kongsberg Defence & Aerospace AS Defence Communications. – Режим доступа: <https://www.kongsberg.com/en/kds/products/defencecommunications/radiolink/>.
5. Почерняев В.М. Мобільна цифрова станція НВЧ діапазону подвійного призначення / В.М. Почерняев, В.С. Повхліб // Наукові праці ОНАЗ ім. О.С.Попова. – 2014. – № 2. – С. 76-82.
6. Проектирование универсальной системы тропосферной и радиорелейной связи / В.В. Поповский, В.А. Лошаков, А. Дриф, Т.Н. Нарытник, В.И. Слюсар // Цифрові технології. – 2015. – № 18. – С. 36-45.
7. Klapper A. Arithmetic Correlations and Walsh Transforms / Andrew Klapper, Mark Goresky // IEEE Transactions on Information Theory. – Jan. 2012. – Vol. 58, Issue 1. – P. 479-492.
8. Li Nian. On the Walsh Transform of a Class of Functions From Niho Exponents / Nian Li, Tor Helleseth, Alexander Kholosha, Xiaohu Tang // IEEE Transactions on Information Theory. – July 2013. – Vol. 59, Issue 7. – P. 4662 - 4667.
9. Matoušek Zdeněk. Walsh-hadamard sequences for binary encoding of radar signals / Zdeněk Matoušek, Marián Babjak, Ján Ochodnický // International Conference on Military Technologies (ICMT), 19-21 May 2015, Brno, Czech Republic. – P. 1-6.
10. Taleb Fadia. Very high efficiency Differential Chaos Shift Keying system with Walsh Hadamard codes / Fadia Taleb, Daniel Roviras, Fethi Tarik Bendimerad // 5th International Conference on Multimedia Computing and Systems (ICMCS), 29 Sept.-1 Oct. 2016, Marrakech, Morocco. – P. 523- 527
11. Kojima Toshiharu. An initial acquisition scheme for Walsh-Hadamard code division multiplexing / Toshiharu Kojima, Yuki Nagashima // International Conference on Advanced Technologies for Communications (ATC), 12-14 Oct. 2016, Hanoi, Vietnam. – P. 397-400.
12. Ayedi Mariem. Efficient nodes identification based on embedded signaling using the fast Walsh Hadamard transform in multi-sources multi-relays systems / Mariem Ayedi, Noura Sellami, Mohamed Siala // International Symposium on Networks, Computers and Communications (ISNCC), 11-13 May 2016, Yasmine Hammamet, Tunisia. – P. 1-5.
13. Zhang Wei. STC-GFDM systems with Walsh-Hadamard transform / Wei Zhang, Zhimin Zhang, Jipeng Jia, Lin Qi // IEEE International Conference on Electronic Information and Communication Technology (ICEICT), 20-22 Aug. 2016, Harbin, China. – P. 162-165.
14. Duong Quang. Walsh-Hadamard precoded circular filterbank multicarrier communications / Quang Duong, Ha H. Nguyen // International Conference on Recent Advances in Signal Processing, Telecommunications & Computing (SigTelCom), 9-11 Jan. 2017, Da Nang, Vietnam. – P. 193-198.

## References

1. Raytheon Company, (2014), DART-T. Dual-Mode All-Band Relocatable-Communications Transport Terminal. HC-BLOS Family of Products, Raytheon Company, U.S.A., 4 p., [www.raytheon.com/capabilities/rtnwcm/groups/gallery/documents/digitalasset/rtn\\_229206.pdf](http://www.raytheon.com/capabilities/rtnwcm/groups/gallery/documents/digitalasset/rtn_229206.pdf) (accessed 10 November 2017).
2. Elbit Systems, (2017), “Introduction. High Capacity Radio Relays”, *Elbit Systems Ltd*, Israel, available at: URL: <http://elbitsystems.com/product/introduction-3> (accessed 10 November 2017).
3. Thales, (2014), TRC 4000/TRC 4000E. High capacity line of sight radio, *Radiocommunication Products and Solutions*, pp. 30-31, [www.thalesgroup.com/sites/default/files/asset/document/2014\\_rcp\\_catalogue\\_-\\_all\\_pages\\_0.pdf](http://www.thalesgroup.com/sites/default/files/asset/document/2014_rcp_catalogue_-_all_pages_0.pdf). (accessed 10 November 2017).
4. Kongsberg Gruppen, (2017), RL434A Radio Relay, *Kongsberg Defence & Aerospace AS Defence Communications*, Norway, [www.kongsberg.com/en/kds/products/defencecommunications/radiolink/](http://www.kongsberg.com/en/kds/products/defencecommunications/radiolink/) (accessed 10 November 2017).
5. Pochernyaev, V.N. and Povhlib, V.S., (2014). “Mobilna tsyfrova stantsiia NVCh diapazonu podviinoho pryznachennia” [Mobile digital microwave radio station of dual purpose], *Proceedings of the O.S. Popov ONAT*, No.2, pp. 76-82.
6. Popovskiy, V.V., Loshakov, V.A., Drif, A., Narytnik, T.M. and Slyusar V., (2015), “Proektirovanie universal'noj sistemy troposfernoj i radiorelejnoj svyazi” [Design of universal tropospheric and radio relay communication system], *Digital technologies*, No.18, pp. 36-45.
7. Andrew Klapper and Mark Goresky, (2012), Arithmetic Correlations and Walsh Transforms, *IEEE Transactions on Information Theory*, Jan., 2012, Vol.58, Issue 1, pp. 479-492.
8. Nian Li, Tor Helleseth, Alexander Kholosha and Xiaohu Tang, (2013), On the Walsh Transform of a Class of Functions From Niho Exponents, *IEEE Transactions on Information Theory*, July 2013, Vol. 59, Issue 7, pp. 4662-4667.

9. Zdenek Matousek, Marian Babjak and Jan Ochodnický, (2015), Walsh-hadamard sequences for binary encoding of radar signals, *International Conference on Military Technologies (ICMT)*, 19-21 May, 2015, Brno, Czech Republic, pp. 1-6.
10. Fadia Taleb, Daniel Roviras and Fethi Tarik Bendimerad, (2016), Very high efficiency Differential Chaos Shift Keying system with Walsh Hadamard codes, *5th International Conference on Multimedia Computing and Systems (ICMCS)*, 29 Sept.-1 Oct., 2016, Marrakech, Morocco, pp. 523- 527.
11. Toshiharu Kojima and Yuki Nagashima, (2016), An initial acquisition scheme for Walsh-Hadamard code division multiplexing, *International Conference on Advanced Technologies for Communications (ATC)*, 12-14 Oct., 2016, Hanoi, Vietnam, pp. 397-400.
12. Mariem Ayedi, Noura Sellami and Mohamed Siala, (2016), Efficient nodes identification based on embedded signaling using the fast Walsh Hadamard transform in multi-sources multi-relays systems, *International Symposium on Networks, Computers and Communications (ISNCC)*, 11-13 May, 2016, Yasmine Hammamet, Tunisia, pp. 1-5.
13. Wei Zhang, Zhimin Zhang, Jipeng Jia and Lin Qi, (2016), STC-GFDM systems with Walsh-Hadamard transform, *IEEE International Conference on Electronic Information and Communication Technology (ICEICT)*, 20-22 Aug., 2016, Harbin, China, pp. 162-165.
14. Quang Duong and Ha H. Nguyen, (2017), Walsh-Hadamard precoded circular filterbank multicarrier communications, *International Conference on Recent Advances in Signal Processing, Telecommunications & Computing (SigTelCom)*, 9-11 Jan., 2017, Da Nang, Vietnam, pp. 193-198.

Поступила в редколлегию 4.01.2018

Одобрена к печати 20.02.2018

#### Відомості про авторів:

##### Почерняєв Віталій Миколайович

доктор технічних наук професор  
професор Одеської національної академії  
зв'язку ім. О.С. Попова,  
Київ, Україна  
<https://orcid.org/0000-0001-7130-8668>  
e-mail: vnpochernyaev@ukr.net, kkz@ukr.net

##### Повхліб Вікторія Сергіївна

викладач Київського коледжу зв'язку,  
Київ, Україна  
<https://orcid.org/0000-0002-6899-1600>  
e-mail: povviktoriya@gmail.com

#### Information about the authors:

##### Vitaliy Pochernyaev

Doctor of Technical Sciences Professor  
Professor of A.S. Popov Odessa National Academy  
of Telecommunications,  
Kyiv, Ukraine  
<https://orcid.org/0000-0001-7130-8668>  
e-mail: vnpochernyaev@ukr.net, kkz@ukr.net

##### Victoriya Povhlib

Instructor of Kiev College of Communications,  
Kyiv, Ukraine  
<https://orcid.org/0000-0002-6899-1600>  
e-mail: povviktoriya@gmail.com

### СТАН І НАПРЯМКИ РОЗВИТКУ МОБІЛЬНИХ ЦИФРОВИХ РАДІОРЕЛЕЙНИХ СИСТЕМ

В.М. Почерняєв, В.С. Повхліб

У статті проаналізовано недоліки існуючих вітчизняних засобів радіорелейного військового зв'язку. Метою роботи є формулювання шляхів вдосконалення мобільних цифрових радіорелейних станцій. Показано, що проблему розвитку військових систем цифрового радіорелейного зв'язку необхідно вирішувати комплексно. Представлені варіанти побудови мобільних комбінованих радіосистем СВЧ діапазону на прикладі цифрової тропосферно-радіорелейної станції. Сформульовано напрямки проведення дослідно-конструкторських робіт щодо вдосконалення військових засобів радіорелейного зв'язку.

**Ключові слова:** військові засоби радіорелейного зв'язку, мобільна цифрова тропосферно-радіорелейна станція, транспортна мережа зв'язку.

### STATUS AND DIRECTIONS OF DEVELOPMENT OF MOBILE DIGITAL RADIORELAY SYSTEMS

V. Pochernyaev, V. Povhlib

The article analyzes the shortcomings of the existing domestic means of radio relay communications, which are one of the most important components of the transport network of the military communication system. The aim of the article is to formulate ways to improve mobile digital microwave relay stations. An analysis of radio relay stations, which are currently in service in Ukraine, is carried out. It is shown that the problem of the development of military systems of digital radio relay communication must be solved in a complex manner. The variants of constructing mobile combined radio systems of the microwave range are presented on the example of a digital troposcatter-radiorelay station. These combined communication stations have a common control and monitoring system, a power supply system, and depending on the requirements of the customer, they may have a common transmission path and a common frequency formation system. The directions of carrying out experimental-design project for improving military means of radio relay communication are formulated in three main areas: modernization of existing radio relay stations; development of combined microwave radio systems; creation of a set of means for multi-directional digital radio relay communication (point-to-multipoint).

**Keywords:** military means of radio relay communication, mobile digital troposcatter-radiorelay station, transport communication network.