

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського»

**2016 IEEE Міжнародна конференція
з інформаційно-телекомунікаційних технологій
та радіоелектроніки
(УкрМіКо'2016/UkrMiCo'2016)**



**ЗБІРНИК МАТЕРІАЛІВ
НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ
КОНФЕРЕНЦІЇ**



**11–15 вересня 2016 р.
м. Київ, Україна**

**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського»**

**2016 IEEE Міжнародна конференція
з інформаційно-телекомунікаційних технологій
та радіоелектроніки
(UkrMiCo'2016/UkrMiCo'2016)**

ЗБІРНИК МАТЕРІАЛІВ НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ

**11–15 вересня 2016 р.
м. Київ, Україна**

УДК 621,39(063)+004(063)

ББК 32я43+32.97я43

У45

2016 IEEE Міжнародна конференція з інформаційно-телекомунікаційних технологій та радіоелектроніки (УкрМіКо'2016/УкрМіСо'2016) / Збірник матеріалів науково-технічної конференції. – К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2016. – 529 с.

2016 IEEE Международная конференция по информационно-телекоммуникационным технологиям и радиоэлектронике (УкрМіКо'2016 / UkrMiCo'2016) / Сборник материалов научно-технической конференции. – К.: КПИ им. Игоря Сикорского, 2016. – 529 с.

2016 IEEE International conference of information-telecommunication technologies and radio electronics (UkrMiCo'2016)/ Materials of scientific and technical conference. – Kyiv: Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute, 2016. – 529 p.

Збірник містить тексти доповідей, представлених на пленарних і секційних засіданнях конференції УкрМіКо'2016, яка відбулася 12–15 вересня 2016 року на базі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». В Збірнику розташована також інформація про склад Організаційного та Програмного комітетів, а також Рішення конференції, прийняте на пленарному засіданні 16 вересня 2016 року.

Тексти доповідей, поданих у Збірнику, підготовлені авторами у вигляді файлів робочими мовами конференції: українською, англійською, російською, тому, як правило, збережена авторська редакція доповідей.

ΔPieshkin A., Uryvsky L., <i>НТУУ "КПИ"</i>	
The Reed – Solomon codes analysis technique on the optimum block codes ground in the channel with white noise	375
Δ Uryvsky L., Osypchuk S., <i>НТУУ "КПИ"</i>	
Information efficiency assessment of high data rate IP-protocol based transmission systems	377
ΔMoshynska A., <i>НТУУ "КПИ"</i>	
Shaping the telecommunication strategies for multiservice system based on information society scenarios	382
Иваненко С.А., Безрук В.М., <i>ХНУРЭ</i>	
Методы обнаружения незанятых частотных каналов в когнитивных радиосетях	385
Науменко М.І., Погребняк Л.М., <i>ВІТІ , Київ</i>	
Високоєфективні сигнально-кодові конструкції для систем радіозв'язку з MIMO-OFDM	388

Підсекція "Пристрої та системи телекомунікацій"

Бунин С.Г., <i>НТУУ "КПИ"</i>	
«Не-энергетический» UWB приемник	392
ΔKravchuk S., Kaidenko M., <i>НТУУ "КПИ"</i>	
Features of creation of modem equipment for the new generation compact troposcatter stations	394
Слюсар В., Павленко В., <i>НТУУ «КПИ»</i>	
Состояние и перспективы создания радиорелейных и тропосферных станций нового поколения	398
ΔGofaizen O., Pyliavskiy V., <i>ОНАЗ ім. О.С.Полова</i>	
Color rendition quality problem in digital television systems and related applications	403
Vovna O., Zori A., Akhmedov R., <i>Донецький НТУ, Покровськ (Красноармійськ)</i>	
Improving the telecommunication system of a centralized control complex for aerogas safety of coal mines	408
Авдєєнко Г.Л., Набока Б.Ю., <i>НТУУ «КПИ»</i>	
Дослідження параметрів сигналів цифрового телебачення стандарту DVB-C при їх передаванні по передавально-приймальному тракту терагерцового діапазону	413
Svetsinskaya E., Sunduchkov K., <i>НТУУ "КПИ"</i>	
Objective Function Bounds and Results Analysis of Optimal Delivery Network Synthesis of TV-programs	419

Status and prospects of creation new generation radiorelay and tropospheric stations

Slusar V.

¹Central Research Institute
weapons and military equipment
of the Armed Forces
Ukraine
Kyiv, Ukraine
E-mail: swadim@inbox.ru

Pavlenko V.

²National Technical University of Ukraine "KPI"
Kyiv, Ukraine
E-mail: pavlenkov1996@gmail.com

Abstract. This article describes the main features, tendencies and prospects of development of the main classes of modern radio relay and tropospheric stations stationary and mobile basing, their advantages and disadvantages, a comparative analysis of their characteristics. Significant attention is paid to the current problems of promising solutions for the creation of information-controlling systems using new generation technologies. Based on the researches, conclusions were drawn about the expediency modernization and introduction of new technologies in the production of tropospheric and relay stations.

Key words: radio relay, tropospheric stations, information and control systems, telecommunications equipment, modulation, noise immunity.

Состояние и перспективы создания радиорелейных и тропосферных станций нового поколения

Слюсар В.И.

¹Центральный научно-исследовательский институт
вооружения и военной техники Вооруженных Сил
Украины
г. Киев, Украина
E-mail: swadim@inbox.ru

Павленко В.В.

²Национальный технический университет Украины «КПИ»
г. Киев, Украина
E-mail: pavlenkov1996@gmail.com

Аннотация. В данной статье рассматриваются основные особенности, тенденции и перспективы развития основных классов современных радиорелейных и тропосферных станций стационарного и мобильного базирования, раскрываются их преимущества и недостатки, проводится сравнительный анализ их характеристик. Значительное внимание уделяется рассмотрению существующих проблем перспективных решений по созданию информационно-управляющих систем с использованием технологий нового поколения. Исходя из исследований, были сделаны выводы о целесооб-

разности модернизации и внедрения новых технологий при производстве тропосферных и радиорелейных станций.

Ключевые слова: радиорелейные, тропосферные станции, информационно-управляющие системы, телекоммуникационное оборудование, модуляция, помехозащищенность.

Телекоммуникационная отрасль на протяжении многих лет продолжает переживать подъем. Важной тенден-

цій ее развития на сегодня является необходимость разработки новых технических решений и постоянная модернизация аппаратуры. Эта тенденция обусловлена следующими основными факторами:

- интенсивным развитием телекоммуникационных сетей, внедрением новых методов телекоммуникаций, новых стандартов и способов передачи информации;
- бурным технологическим развитием элементной базы;
- обострением конкуренции за счет изменения законодательства в части возможности доступа продукции ведущих мировых производителей в системы связи силовых ведомств.

Эти тенденции требуют от предприятий – участников рынка – существенного повышения научно-технического уровня разработок при одновременном повышении производительности труда разработчиков, существенного сокращения сроков разработки и серийного освоения изделия. Также, вследствие острой конкуренции на рынке телекоммуникационного оборудования и широкого внедрения в мировой практике перспективных технологических процессов в производстве и сборку радиоэлектронной аппаратуры, определяющим фактором становится параметр цена/качество.

Основные технические характеристики гражданских стационарных радиорелейных станций (PPC), такие как: диапазоны рабочих частот, частотные планы PPC, скорости передачи информации, интерфейсы, спектры излучаемых сигналов, параметры служебных каналов и др., регламентируются рекомендациями Международного союза электросвязи и обеспечивают совместимость аппаратуры различных поставщиков из разных стран. PPC гражданского назначения выпускаются во всех экономически развитых странах, в том числе и в Украине.

На Западе к продаже предлагается не только аппаратура PPC, но преимущественно создание сетей связи «под ключ» различного назначения, таких как магистральные, зонные, сельские сети связи и др., что под силу только достаточно крупным фирмам.

Конкурентоспособность зарубежной аппаратуры PPC обеспечивается двумя факторами:

- высочайшей надежностью аппаратуры;
- разнообразием комплекта поставки (для разных скоростей передачи, различные виды мультиплексоров, маршрутизаторов, антенны различных диаметров и др.), что позволяет минимизировать цену аппаратуры.

Высокая надежность аппаратуры, например, японской, обеспечивается полным циклом изготовления и контроля надежности аппаратуры на одном предприятии, начиная с изготовления полупроводниковых пластин, СВЧ и цифровых СБИС до выпуска готовой продукции. В Украине в настоящее время нет предприятия с полным циклом изготовления аппаратуры PPC. Кроме того, украинская элементная база имеет ограниченный ассортимент, особенно в области СВЧ устройств и цифровых СБИС, поэтому украинские производители радиоэлектронной аппаратуры, включая аппаратуру военного назначения, используют, в основном, зарубежную элементную компонентную базу. Речь идет об электронных узлах и устройствах типа микроволновых маломощных усилителей, усилителей мощности, гетеродинов, смесителей, синтезаторов частот, квадратурных модуляторов, цифровых сигнальных про-

цессоров, ПЛИС, АЦП, ЦАП, цифровых фильтров, мультиплексоров, источников питания и др. Эта зарубежная элементная компонентная база имеет четыре класса качества и надежности в порядке возрастания: Commercial, Industrial, Military, Space. Украинские производители гражданской и даже военной аппаратуры используют, как правило, наиболее дешевые и менее надежные электронные компоненты класса Commercial.

Тропосферные и радиорелейные системы связи (ТРРС) по-прежнему выполняют важную роль в управлении войсками, будучи транспортной средой для передачи мультисервисной информации (речь, видео и данных). Одновременно с этим средства ТРРС приобретают особое значение для управления в тактическом звене (ТЗУ), где на их основе удается организовывать прямые линии связи между командными пунктами (КП) бригад, батальонов, рот на расстоянии до 50 км в радиорелейном режиме и до 150-180 км - в тропосферном. Кроме прямых связей, могут быть организованы радиорелейные линии с переприемом и ретрансляцией для формирования разветвленных сетей передачи данных. Специфика физико-географических условий Украины обуславливает особую роль тропосферной связи с учетом благоприятных условий дальнего тропосферного распространения радиоволн и пространственной избирательности антенн.

Уникальность тропосферной связи заключается в ряде факторов:

1. В Украине достаточно благоприятное состояние тропосферы, относительно высокие средняя температура и влажность воздуха. Все это способствует увеличению коэффициента преломления $N \geq 320$, что по сравнению со стандартными условиями дает добавку к интервалу связи больше чем на 50 км.

2. Поверхностный рельеф в Украине относительно низкий, что также обеспечивает дополнительный вклад в улучшение энергетики линии связи.

3. Тропосферные каналы передачи имеют высокую пространственную избирательность, обусловленную свойством зеркальных антенн диаметром 0,6...1,8 м. Так, зеркальная антенна радиусом $R=0,6$ м обеспечивает избирательность по стереоуглу

$$\varphi = \lambda / (R\sqrt{\pi}) = 0,06 / (0,6 \times 1,846) = 0,054 \text{ рад}$$

или около 3° .

4. В отличие от PPC, где удается передавать контент со скоростью до 35...50 Мб/с, в тропосферных станциях связи (ТСС), к сожалению, пока при благоприятных условиях тропосферного канала (их доля превышает 50% среди возможных состояний тропосферы) достигимы скорости передачи до 20 Мб/с. Однако при этом ТСС с передатчиком мощностью $P_{пер} \approx 60...100 \text{ Вт}$ способна обеспечить надежность связи (95...98%) на расстояниях до 100 км, а в благоприятных условиях интервал связи может быть увеличен до 150 км. На базе тропосферных станций возможно реализовать и радиорелейные линии с числом интервалов до 10.

5. Антенны тропосферных станций могут располагаться весьма низко относительно поверхности земли, на высоте 1...3 м, что затрудняет их визуальное обнаружение. Это способствует также дополнительному затуханию сигналов, излученных вне сектора главного лепестка, что

усложняет радиоразведку излучений по боковым лепесткам передающей антенны.

В настоящее время станции СВЧ радиосвязи можно разделить на три основных вида:

1) Радиорелейные станции (РРС), работающие в зоне прямой видимости с протяженностью интервала связи до 40 км при высоте антенной мачты до 30 м и с пропускной способностью в одном радиоволне до 155 Мбит/с и выше. Диапазон частот РРС лежит в пределах от 400 МГц до 100 ГГц (длина волны 4 мм).

2) Радиорелейные станции загоризонтной связи (РСЗС), использующие дифракционный механизм распространения радиоволн с огибанием поверхности Земли. Эти станции могут иметь протяженность интервала связи до 50–60 км в сантиметровом и более низких диапазонах частот и пропускную способность аналогичную РСЗС прямой видимости. Платой за большую дальность связи является необходимость повышения энергетического потенциала радиолинии на 20–25 дБ. В настоящее время станции РСЗС серийно не выпускаются ни в нашей стране, ни за рубежом и находятся в стадии разработки.

3) Тропосферные радиорелейные станции (ТРРС), обеспечивающие радиосвязь за счёт эффекта дальнего тропосферного рассеивания радиоволн на дальностях до 200–300 км, с пропускной способностью в сантиметровом диапазоне волн до 20 Мб/с, которая ограничивается энергетическим потенциалом радиолинии.

С помощью РРС, РСЗС и ТРРС создаются как стационарные сети связи, стационарные магистральные линии, линии связи между гарнизонами, так и полевые опорные мобильные сети и отдельные направления связи.

В более высоких диапазонах частот используются раздельные малогабаритные антенны, так как применяется только вертикальная поляризация, которая меньше подвержена влиянию дождей.

Сегодня в станции Р-169 РРС, как и в лучших зарубежных РРС (Ericsson, Alkatel, Nokia, NEC и др.), реализовано следующее разделение функций между блоками: «верхние» блоки являются «прозрачными» для радиосигналов, поступающих из аппаратной на промежуточной частоте; они не зависят от скорости передачи и вида модуляции: каждый приемо-передающий модуль можно использовать при любой скорости передачи, вплоть до 155 Мбит/с, соответственно с любым видом модуляции. Это позволяет обеспечить необходимый уровень рентабельности производства и конкурентоспособности оборудования на рынке как военных, так и гражданских РРС.

Недостаточный технический уровень отечественных средств радиорелейной связи особенно заметен при сравнении с зарубежными РРС, находящимися на вооружении армий НАТО. Эти станции эффективно используют диапазон СВЧ, применяют канальную криптозащиту передаваемых сигналов, имеют режим помехозащиты (ППРЧ, ПШС, помехоустойчивое кодирование и др.).

К примеру, станция НАТО TRC-4000 содержит плоскую антенную решетку с двумя дополнительными малогабаритными антеннами для формирования нулевой диаграммы направленности в направлении прихода помехи, обеспечивает работу в мультисервисной сети с коммута-

ция скорости передачи информации, вплоть до 20 Мбит/с, за счёт перехода в диапазон частот 14 ГГц и использования многолучевой приёмной и передающей антенн. Следует отметить, что станция США типа DART-T диапазона 14 ГГц может работать в двух режимах: в тропосферном режиме (Км-диапазон частот) или в спутниковых каналах связи в диапазонах частот С, Х или Км, что повышает устойчивость и эффективность создаваемых военных сетей связи.

В Украине технические предложения по созданию совмещённой тропосферно-спутниковой станции сантиметрового диапазона волн (7–8 ГГц) были разработаны в Центральном научно-исследовательском институте вооружения и военной техники Вооружённых Сил Украины в конце 90-х годов прошлого века. В совмещённой тропосферно-спутниковой станции одного диапазона частот (например, 7–8 ГГц) используется общее оборудование для двух режимов: антенна, усилитель мощности, система электропитания, транспортная база и др. Два режима, тропосферный и спутниковый, требуют двух различных модемов и дополнительного приёмного тракта для приёма спутниковых сигналов (например, в диапазоне частот 7 ГГц) или тропосферного приёмного тракта в диапазоне частот 8 ГГц. Это дополнительное оборудование при существующей элементной базе не является обременительным.

Тропосферные станции в Украине использовались преимущественно в системах связи Минобороны, хотя направление их применения в гражданских целях для организации каналов связи с объектами расположенными на значительном удалении, в труднодоступных местах, не имеющих инфраструктуры весьма привлекательно. В последующий период это направление незаслуженно было свернуто, что привело к существенному отставанию от других ведущих стран.

В опубликованном в 2007 году отчете Минобороны США указывается, что по опыту операции «Бурия, и в настоящее время в ходе двух иракских компаний именно тропосферная связь являлась высоконадежной для управления войсками. Однако созданные в прошлые годы военные тропосферные станции TRS-170-V2 и TRS-170V3 в США и Р-423 в Украине весьма громоздки, размещаются на нескольких автомобилях, имеют энергопотребление десятки киловатт, и соответственно высокую стоимость, что ограничивало их применение.

Вместе с тем, задача привязки удаленных объектов, лишенных инфраструктуры, остается актуальной, и в настоящее время работы по созданию малогабаритных тропосферных станций активно ведутся. Так в США в 2006 году проведены успешные испытания цифровых малогабаритных тропосферных станций по целевым программам ВВС США.

В Украине тропосферные станции выпускал Светловодский завод (Кировоградская обл.). Основной продукцией этого завода были тропосферные станции типа «ТОРФ» Р-412 в диапазоне частот 4,4–5,0 ГГц. После 1991 года было выпущено несколько станций типа «БРИГ» серии Р-423 этого же диапазона, но в цифровом варианте. Эти станции обеспечивали передачу информационного

Однако данные станции значительно уступают иностранным. Зарубежные тропосферные станции способны обеспечивать передачу информации 10 Мбит/с и более. Современные станции давно активно используются на вооружении в ведущих странах мира, в частности, в США, Англии, странах НАТО. Например, тропосферной станция типа Н7450 обеспечивает цифровой засекреченную связь в оперативного-тактическом звене сухопутных войск.

Станция Н7450 создана фирмой "Маркони". Ее особенностью является наличие одной антенны вместо двух, которые обычно входят в состав любой тропосферной станции более ранней разработки. По заявлению специалистов указанной выше фирмы, это стало возможным в результате использования новейших технологических достижений в области создания элементной базы, оптимальных методов обработки сигналов и новых видов модуляции. Использование только одной антенны повышает мобильность станции, значительно улучшает условия ее эксплуатации, маскировки и размещение в защищенных помещениях, требует меньшей площади для развертывания. Диапазон рабочих частот 4400-5000 МГц. На расстоянии 250 км станция обеспечивает работу по 300 телефонным каналам.

В России предприятия ФГУП «МНИРТИ» и ФГУП ГНПП «Радиосвязь» в 2009 году объявили о практическом создании современных цифровых малогабаритных тропосферных станций «Ладья-ТС» и «Сосник-ПМ». ТРПС «Ладья-ТС» превосходит ТРПС «Сосник-ПМ» как по техническим характеристикам, так и по параметру цена/качество. Сравнительный анализ их характеристик показывает:

- ТРПС «Ладья» и ТРПС «Сосник ПМ» имеют в тропосферном режиме практически одинаковые энергетические характеристики за счет одинаковых мощностей передатчиков, коэффициентов шума приемников, сходного диаметра антенн и обеспечивают дальность связи порядка 145–150 км для потока 64 Кбит/с. Кроме скорости 64 Кбит/с, ТРПС «Ладья» обеспечивает скорости передачи 2×64 Кбит/с и 512 (8×64) Кбит/с. Для ТРПС «Сосник ПМ» заявлен режим 256 Кбит/с.

- ТРПС «Ладья» и ТРПС «Сосник ПМ» существенно различаются по возможности использования в системах связи и управления. Так ТРПС «Ладья» обеспечивает возможность реализации не только радиальных схем (точка-точка), но и радиально-узловых схем с расположением в одном узле до 8 направлений. ТРПС «Ладья» может быть использована также в ретрансляционном режиме.

- ТРПС «Сосник ПМ» такими возможностями не обладает и может быть использована только в режиме точка-точка. ТРПС «Ладья» построенная по схеме временного дуплекса обладает возможностью оперативной перестройки частоты по псевдослучайному закону во всей полосе частот рабочего диапазона (4,4–4,8 ГГц) и имеет 30 радиосхем длин волн. ТРПС «Сосник ПМ», построенная по схеме частотного дуплекса, использует лишь два небольших участка диапазона (4,4–4,45 ГГц и 4,95–5,0 ГГц) и имеет всего одну рабочую длину волны. ТРПС «Ладья» и «Сосник ПМ» обеспечивают возможность передачи цифрового потока 2,048 Мбит/с в режиме прямой видимо-

фракционном режиме на полузакрытых интервалах на дальностях 15–30 км, в зависимости от степени закрытия интервала. ТРПС «Ладья» имеет гибкий интерфейс с автоматизированным перераспределением информационной полосы между nE0 и Ethernet 10 Base Tx.

- ТРПС «Ладья» обеспечивает помехозащищенность и разведзащищенность за счет:

- наличия помехоустойчивого кодирования с перемежением частоты;
- непрерывной (с периодом 10 мс) адаптации по частоте и ухода на запасные частоты в полосе частот до 400 МГц при обнаружении преднамеренных помех;
- псевдослучайной перестройки частоты с периодом 10 мс в полосу частот 30 МГц;
- наличия автоматизированной регулировки мощности передатчика по обратному каналу.

- Энергопотребление ТРПС «Ладья» значительно ниже, чем ТРПС «Сосник ПМ» (400Вт и 1200 Вт соответственно). Кроме того, ТРПС «Ладья» более универсальна в части первичного электропитания и имеет возможность работы не только от однофазной сети 220 В, но и от бортовой сети 27 В и сети трехфазного тока 380/220 В.

- В части конструктивных характеристик ТРПС «Ладья» и ТРПС «Сосник ПМ» имеют схожее конструктивное исполнение и габаритно-весовые характеристики. Однако конструктив ТРПС «Ладья» предусматривает интеграцию в состав комплексных аппаратных связи и соответствует группе 1.7 по ГОСТ РВ.20.39.304-98. По имеющимся данным, проработан мобильный вариант ТРПС «Ладья» на базе автошасси «Тигр».

- В части эксплуатационных характеристик:

- ТРПС «Ладья» и ТРПС «Сосник ПМ» имеют одинаковую необходимую численность экипажа и сходное время развертывания;
- ТРПС «Ладья» имеет повышенную в 2 раза наработку на отказ;
- ТРПС «Ладья» для удобства операторов имеет служебный канал, не связанный с основным информационным потоком.

Исходя из проведенного анализа, следует сделать вывод, что наиболее востребованным и одновременно слабо обеспеченным предложениями сегодня является сегмент рынка радиорелейной связи в части поставки мобильных комплексов связи на базе помехозащищенных радиорелейных станций, обеспечивающих работу, как на открытых, так и полузакрытых интервалах. В период 2015–2020 гг. сохранится устойчивая потребность рынка в радиорелейных стационарных станциях связи. Здесь следует также отметить, что выполнение работ по строительству и вводу в эксплуатацию радиорелейных линий, послегарантийному ремонту является существенным фактором по увеличению объемов сбыта радиорелейных и тропосферных станций за счет оказания комплексных услуг Заказчику (не только просто поставка оборудования, а линия под ключ с последующим гарантийным и послегарантийным обслуживанием). Этот вид услуг должен развиваться вместе с инженерными и маркетинговыми мероприятиями по модернизации радиорелейных станций и их продвиже-

ном за счет необходимости замены на объектах силовых структур Украины устаревших станций Р-423. Решение задачи развития связи Вооруженных Сил Украины может быть эффективно достигнуто созданием тропосферных станций нового поколения на основе использования передовых технологий. К числу таковых можно отнести:

- применение высокоэффективных приемопередающих устройств для обеспечения широкополосной работы станции (вместо быстрой псевдослучайной перестройки рабочей частоты в любой выбранной полосе частот предпочтительнее использовать сигналы OFDM в сочетании с модуляцией FBMC (Filter-Bank Multi-Carrier Modulation));
- автоматическое регулирование мощности передатчика с точностью 1 дБ в диапазоне 30 дБ, что обеспечивает работу на минимальной мощности для увеличения скрытности передачи;
- реализацию режима частотной адаптации, которая обеспечивается наличием анализатора помеховой ситуации и выбора алгоритма маневрирования рабочей частоты;
- применение методов кодирования и чередования, повышающих помехозащищенность в условиях воздействия импульсных помех;
- использование цифровых антенных решеток с цифровым формированием многолучевых диаграмм направленности в заданном секторе;
- реализация каналов передачи типа MIMO и smart-ретрансляторов с "интеллектуальной" обработкой сигналов;
- управление станцией, интервалом линией и сетью связи на основе унифицированных протоколов, обеспечивающих поддержку сетевого и транспортного уровня.

Выводы

Актуальность развития различных видов систем связи в мире трудно переоценить, учитывая нестабильность политической и социальной ситуации во многих уголках планеты. Такие события четко иллюстрируют, что человечество нуждается в модернизации и совершенствовании уже существующих систем передачи и разработки новых современных станций связи специального назначения. И именно радиорелейные и тропосферные системы связи выглядят в этом плане приоритетным решением этих проблем. Тропосферная и радиорелейная связь занимают определяющее место в телекоммуникационной сфере общества и играют ведущую роль в осуществлении передачи информационных сообщений. И основной задачей современных специалистов является разработка тропосферных и радиорелейных станций, удовлетворяющих требования технического прогресса.

Література

1. Наритник Т.М. Радиорелейні та тропосферні системи передачі. - К: Концерн «Видавничий Дім «Ін Юре», 2003. - 336 с.

3. Ильченко М.Е. Направления создания тропосферных станций нового поколения./ Ильченко М.Е., Наритник Т.Н., Слюсар В.И. // Цифрові технології. - 2014. - Вип. 16. - С. 8-18.

4. Поповський В.В. Results of development tropospheric communications system. Поповський В.В., Лошаков В.А., Філіппенко О.І., Мартинчук О.О., Дриф А. // 2nd scientific-practical conference Problem of infocommunications. Science and technology. "IEEE PIC S&T'2015". -2015. –№ 2.

5. Лошаков В.А. Methods solving of Problem EMS in Tropospheric Communication./ Лошаков В.А., Москалец М.В. // Problems EMS of perspectiv Wireless Network Communication (EMS-2015). – Kharkiv, 2015, Pp. 102 – 105.

6. Лошаков В.А. Development of transhorizon communication system basedon dual polarization MIMO architecture./ Лошаков В.А., Мартинчук О.О., Молюа О.Л. // "Problems EMS of perspectiv Wireless Network Communication (EMS-2015)". - Kharkiv, 2015, p.p.154-156.

7. Поповский В.В. Проектирование универсальной системы тропосферной и радиорелейной связи./ Поповский В.В., Лошаков В.А., Дриф А., Наритник Т.Н., Слюсар В.И. // Цифрові технології. - 2015. - Вип. 18. - С. 36-45.

8. Слюсар В.И. Современные тренды радиорелейной связи. //Технологии и средства связи. – 2014. - № 4. - С. 32 - 36.