

## EXECUTIVE OPINION

Е.А. Крук  
**WE PLAN TO TRAIN ENGINEERS  
FOR TELECOMMUNICATIONS WITH THE COUNTRY  
LEADING FUNDAMENTAL TRAINING**

## ОТ ПЕРВОГО ЛИЦА

Е.А. Крук  
**МЫ ПЛАНИРУЕМ ГОТОВИТЬ ИНЖЕНЕРОВ  
ДЛЯ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ С ЛИДИРУЮЩЕЙ В СТРАНЕ  
ФУНДАМЕНТАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКОЙ**

## NEWS 14, 29 НОВОСТИ

## TELECOMMUNICATIONS BUSINESS

С.Л.Портной, И.В.Назаров, С.Е.Никитин  
**HSE MIEM FOR TELECOMMUNICATION INDUSTRY**

The paper presents a newly developed educational track "Information and telecommunication technologies", which will allow training specialists in this university for designing and manufacturing complex telecommunication equipment, as well as working in the largest telecommunications companies in operating and designing complex networks of mobile and fixed communications.

**Keywords:** engineer training, project training, universities, MIEM, Higher School of Economics university

Н.А.Соколов, А.В.Федоров  
**PROBLEMS OF THE INTEGRATED USAGE OF THE  
RESOURCES IN ACCESS NETWORKS**

Integrated usage scenarios should be highlighted as a promising area for the further development of access networks. The phrase "integrated use of access network resources" is used as a generic

## БИЗНЕС ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ

С.Л.Портной, И.В.Назаров, С.Е.Никитин  
**МИЭМ НИУ ВШЭ ДЛЯ ОТРАСЛИ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ**

Представлен вновь разработанный в МИЭМ НИУ ВШЭ учебный трек "Информационно-телекоммуникационные технологии", обучение по которому позволит готовить в этом вузе кадры для разработки и производства сложного телекоммуникационного оборудования, а также работы в крупнейших операторских компаниях по эксплуатации и проектированию сложных сетей мобильной и фиксированной связи.

**Ключевые слова:** подготовка инженеров, проектное обучение, вузы, МИЭМ, Высшая школа экономики

Н.А.Соколов, А.В.Федоров  
**ЗАДАЧИ КОМПЛЕКСНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ  
РЕСУРСОВ В СЕТЯХ ДОСТУПА**

В качестве одного из перспективных направлений дальнейшего развития сетей доступа следует выделить сценарии комплексного использования их ресурсов. Словосочетание "комплексное использование

## Научно-технический журнал

Включен в Российский индекс научного цитирования  
[www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru)

Решением Президиума ВАК при Минобрнауки РФ журнал "ПЕРВАЯ МИЛЯ Last Mile" включен в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата и доктора наук.

**Издатель и учредитель** – АО "РИЦ "ТЕХНОСФЕРА"  
**Генеральный директор** О.КАЗАНЦЕВА

## Редакционный совет журнала

С.Л.ПОРТНОЙ (ПРЕДСЕДАТЕЛЬ), В.М.ВИШНЕВСКИЙ,  
А.О.ЗЕНЕВИЧ (РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ), С.Н.ЛИЦИН (ИЗРАИЛЬ),  
О.Е.НАНИЙ, И.А.ОВЧИННИКОВА, Э.Л.ПОРТНОВ, А.Б.СЕМЕНОВ,  
В.О.ТИХВИНСКИЙ, И.В.ШАХНОВИЧ

**Шеф-редактор** С.ПОПОВ, к.т.н.

**Научный редактор** С.ПЕТРОВА

**Обозреватель** Л.ПАВЛОВА

**Корректор** А.ЛУЖКОВА

**Ответственный секретарь** Э.ГАЗИНА | [journal@electronics.ru](mailto:journal@electronics.ru)

**Верстка** А.БОДРОВ

**Реклама** Л.ПОПОВА | [popova@technosphera.ru](mailto:popova@technosphera.ru)

**Сбыт и подписка**

А.МЕТЛОВ | [sales@electronics.ru](mailto:sales@electronics.ru)

## ПЕРВАЯ МИЛЯ Last Mile ©

Перерегистрирован в Федеральной службе  
по надзору в сфере связи и массовых коммуникаций  
7 сентября 2017 г., ПИ №ФС77-70980  
Журнал издается с 2007 г. восемь раз в год

Тираж 4 500 экз. Цена договорная

Подписано в печать 20.02.2023

Отпечатано в соответствии

с предоставленными материалами  
в ООО "Вива-Стар"

107023, г. Москва, ул. Электrozаводская, д. 20

Номер заказа: 326 508.

© При перепечатке ссылка на журнал

"ПЕРВАЯ МИЛЯ Last Mile" обязательна.

Мнение редакции может не совпадать

с точкой зрения авторов статей.

Рукописи рецензируются, но не возвращаются.

За содержание рекламных материалов

редакция ответственности не несет.

term for three tasks, partly related to each other. The first problem involves the sharing of different components of the access network among several telecommunication companies. Joint modernization and operation of infrastructure for communications, electricity and other utilities in the access network is regarded as the second problem. The third problem is to exploit the resources of the access network when extraordinary events occur

**Keywords:** access network, communications infrastructure, public communication network, special purpose telecommunication network

## CABLES AND PASSIVE EQUIPMENT

V.V.Bannov, B.V.Popov, V.B.Popov  
**WORKING CAPACITY ESTIMATION OF SYMMETRICAL CABLES WITH FILM-POROUS-FILM POLYETHYLENE INSULATION**

It is shown that in order to control continuous processes of insulation imposition on conductive copper conductor for each type of symmetrical cable it is necessary to determine a value of linear capacity of isolated conductor. For this purpose analytical expression of working capacitance, allowing to determine size of linear capacitance of cable pair with film-porous polyethylene insulation of cores, has been obtained. On the basis of this research the practical recommendations have been given for adjustment of automatic system of setting up the cable capacity when insulation is applied on an extrusion line.

**Keywords:** symmetrical cables, communication cables parameters, polyethylene insulation, extrusion lines

## WIRED COMMUNICATION

A.V.Roslyakov  
**GENERATIONS OF F1G-F5G FIXED NETWORKS PART 2**

The second part of the paper provides a brief overview of the materials developed by the ETSI ISG F5G research group,

ресурсов сетей доступа" используется как общее понятие для трех задач, перекликающихся между собой. Первая заключается в совместном использовании несколькими телекоммуникационными операторами разных компонентов сети доступа. Совместная модернизация и эксплуатация инфраструктурных сооружений, предназначенных для систем связи, электроэнергетики и других коммунальных служб на уровне сети доступа, рассматривается как вторая задача. Третья задача – задействование ресурсов сети доступа при возникновении экстраординарных событий.

**Ключевые слова:** сеть доступа, инфраструктура связи, сеть связи общего пользования, телекоммуникационная сеть специального назначения

## КАБЕЛИ И ПАССИВНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

В.В.Баннов, Б.В.Попов, В.Б.Попов  
**ОЦЕНКА РАБОЧЕЙ ЕМКОСТИ СИММЕТРИЧНЫХ КАБЕЛЕЙ С ПЛЕНКО-ПОРИСТО-ПЛЕНОЧНОЙ ПОЛИЭТИЛЕНОВОЙ ИЗОЛЯЦИЕЙ**

Показано, что для управления непрерывными процессами наложения изоляции на токопроводящую медную жилу для каждого типа симметричного кабеля нужно определять величину погонной емкости изолированной жилы. Для этого в работе получено аналитическое выражение рабочей емкости, позволяющее определять величину погонной емкости кабельной пары с пленко-пористо-плёночной полиэтиленовой изоляцией жил. На основе проведенных исследований даны практические рекомендации по настройке системы автоматического регулирования погонной емкости при наложении изоляции на экструзионной линии.

**Ключевые слова:** кабели симметричные, параметры кабелей связи, изоляция полиэтиленовая, линии экструзионные

## ПРОВОДНАЯ СВЯЗЬ

А.В.Росляков  
**ПОКОЛЕНИЯ СЕТЕЙ ФИКСИРОВАННОЙ СВЯЗИ F1G-F5G ЧАСТЬ 2**

Во второй части статьи представлен краткий обзор материалов, разработанных исследовательской группой ETSI ISG F5G, в которых определены общие принципы

## СПИСОК РЕКЛАМОДАТЕЛЕЙ

ARMIA .....	3-я обл.	Саранскабель-Оптика .....	31
CABEX .....	4-я обл.	ЖКХ России .....	71
CISO Forum .....	13	ИнфоТел .....	61
Smart City & Region .....	53	Промтехэкспо .....	55
tibo .....	7	ПРОФИТТ .....	27
Transport Networks Russia & CIS .....	43	РЕМЕР .....	5
Арктика 2023 .....	21	РМЭФ .....	47
		СВЯЗЬ 2023 .....	2-я обл.
		Самарская кабельная компания .....	35
		СУПЕРТЕЛ .....	3
		Транспорт и дороги Сибири .....	29
		ЭкспоЭлектроника .....	65

# ОПТИПАК-3

## мультисервисная транспортная платформа на основе технологий OTN, DWDM.



Высота корпуса ОПТИПАК-3 составляет 9U и включает в себя 10 посадочных мест для интерфейсных и 5 для базовых блоков.

### Интерфейсные блоки:

**DWDM-40** объединяет до 40 каналов в групповой сигнал DWDM, до 80 каналов при установке совместно с **DWDM-40/1** имеют VOA (регулировка мощности по каждому каналу 0...15 дБ) и OCM – 2 слота.

**DWDM 20** объединяет 20 каналов в групповой сигнал DWDM.

**ROADM 1/9** на приеме – селективная коммутация до 80-ти оптических сигналов на 9 направлений; на передаче – коммутация до 80-ти оптических сигналов из 9 направлений.

**OADM-4** ввод/вывод до 4-х фиксированных длин волн из группового оптического DWDM.

## Оптические усилители

		Рвых, дБм	Рвх, дБм	Козф. усиления, дБ
<b>Эрбиевый усилитель (EDFA)</b>	Предварительный усилитель:	от -9 до 5	от -33 до -13	От 15 до 25
	Усилитель мощности:	от 0 до 19	от -28 до -5	От 13 до 23
<b>Усилитель Рамана</b>	С прямой накачкой:		от -3 до 17	10
	С обратной накачкой:		от -40 до -5	12

### Мультиплексер MX-2x10G

станционные интерфейсы STM-1/4/FE/GE – 16 шт, STM-16/ OTU1 – 8 портов.  
линейные интерфейсы OTU2 – 2 порта.

### Мультиплексер MX-100G

станционные интерфейсы STM-64/10GE/OTU-2 – 10 портов.  
линейные интерфейсы OTU-4 100G – 1 порт.

### Транспондер TP-5x10G

станционные интерфейсы OTU2/OTU2e/STM-64/10GE/FC-800/FC-1200 – 5 портов.  
линейные интерфейсы OTU2/OTU2e – 5 портов.

### Транспондер TP-100G

станционные интерфейсы 100G (QSFP-28 – 1 порт.  
линейные интерфейсы 100G (CFP/CFP2 через адаптер) – 1 порт.

**OP** – резервирование сигнала одной длины волны на оптическом уровне.

### Мультиплексер MX-200G

станционные интерфейсы 100G – 2 порта  
линейные интерфейсы 200G – 1 порт.

### Транспондер TP-8x10G

станционные интерфейсы: OTU2/OTU2e/STM-64/10GE/FC-800/FC-1200 – 8 портов.  
линейные интерфейсы: OTU2/OTU2e – 8 портов.

### MX-2x100G

станционные интерфейсы STM-64, 10G, OTU2 – 20 портов.  
линейные интерфейсы OTU4 – 2 порта.

### MX-200

станционные интерфейсы 100G – 2 порта  
линейные интерфейсы 200G – 1 порт

### MX-STM

станционные интерфейсы: E1- 42 шт., 1G – 4 порта.  
линейные интерфейсы: STM-1/4/16 – 4 порта.

Сетевая система управления «Супертел-NMS v3»

Электропитание:

Напряжение источника питания: от 40,5 до 72 В.

Потребляемая мощность: не более 1,5 кВт.

Габаритные размеры: 483×403×315 мм (корпус 19", 9U).

Масса изделия в максимальном заполнении: не более 35 кг



which define the basic principles for building fifth generation fixed networks F5G in the nearest future. The requirements for F5G networks and their basic characteristics are considered: Enhanced Fixed Broadband (eFBB), Full-Fiber Connection (FFC), Guaranteed Reliable Experience (GRE) and guaranteed reliable provision of GRE services. The architecture of F5G networks is described and typical service scenarios that will be supported by the new network infrastructure based on the concept of "fiber to everything and everywhere" FTTE are listed.

**Keywords:** European Telecommunications Standards Institute, Industrial Specifications Research Group ETSI ISG F5G, Fifth Generation Fixed Networks, Fixed Broadband, Full-Fiber Connection, Guaranteed Reliable Experience, Fiber To The Everything/Everywhere

T.O.Bazarov, A.N.Dorozhkin, T.O.Lukinykh,  
O.E.Nanii, M.A.Senko, V.N.Treschikov  
**STABILITY OF COHERENT RECEIVER DSP ALGORITHMS  
TO THE RAPID POLARIZATION ROTATION CAUSED  
BY LIGHTNING DISCHARGE**

In this paper stability of digital signal processing (DSP) algorithms of coherent receiver to the rapid polarization rotation caused by lightning stroke in an optical power ground wreather (OPWG) by numerical simulation has been investigated. It is found that the rate of polarisation state (PS) change is the most important parameter determining the increase in the receiver bit error rate (BER). A detailed analysis of the DSP algorithms operation under the conditions of fast SP rotation has shown that the reason of the error rate growth is the limited speed of resynchronization and adaptive filtering blocks.

**Keywords:** OPWG, coherent fiber optic transmission systems, digital signal processing, coherent receiver, polarisation rotation, BER

## WIRELESS COMMUNICATION

V.O.Tikhvinsky, E.E.Devyatkin,  
M.V.Tikhvinskaya, A.S.Pastukh, Yu.Ya.Smirnov  
**APPLICATION OF INTELLIGENTRECONFIGURABLE RIS  
SURFACES IN 6G MOBILE NETWORKS**

The technology of a reconfigurable intelligent RIS surface, which is expected to be used in 6G mobile networks, is presented. The main

построения сетей фиксированной связи пятого поколения F5G на ближайшую перспективу. Рассмотрены требования к сетям F5G и их базовые характеристики: расширенный фиксированный широкополосный доступ eFBB, сквозное оптоволоконное соединение FFC и гарантированное надежное предоставление услуг GRE. Приведена архитектура сетей F5G, включающая три плоскости, и перечислены типовые сценарии услуг, которые будет поддерживать новая сетевая инфраструктура на базе концепции "Волокно до всего и всюду" FTTE.

**Ключевые слова:** Европейский институт стандартизации телекоммуникаций ETSI, исследовательская группа промышленных спецификаций ETSI ISG F5G, сети фиксированной связи пятого поколения F5G, расширенный фиксированный широкополосный доступ eFBB, сквозное оптоволоконное соединение FFC, гарантированное надежное предоставление услуг GRE, архитектура "Волокно до всего и всюду" FTTE

T.O.Базаров, А.Н.Дорожкин, Т.О.Лукиных,  
О.Е.Наний, М.А.Сенько, В.Н.Трещиков  
**УСТОЙЧИВОСТЬ РАБОТЫ АЛГОРИТМОВ ЦОС КОГЕРЕНТНОГО  
48 ПРИЕМНИКА К БЫСТРОМУ ВРАЩЕНИЮ ПОЛЯРИЗАЦИИ,  
ВЫЗВАННОМУ ГРОЗОВЫМ РАЗРЯДОМ**

В работе методом численного моделирования исследуется устойчивость работы алгоритмов цифровой обработки сигналов (ЦОС) когерентного приемника к быстрому вращению поляризации, вызванному ударом молнии в оптический кабель в грозотросе (ОКГТ). Установлено, что скорость изменения состояния поляризации (СП) является наиболее важным параметром, определяющим рост коэффициента ошибок (BER) в приемнике. Детальный анализ работы алгоритмов ЦОС в условиях быстрого вращения СП показал, что причиной роста коэффициента ошибок является ограниченное быстроедействие блоков пересинхронизации и адаптивной фильтрации.

**Ключевые слова:** оптический кабель в грозотросе, волоконно-оптические когерентные системы передачи, цифровая обработка сигналов, когерентный приемник, вращение поляризации, BER

## БЕСПРОВОДНАЯ СВЯЗЬ

V.O.Tikhvinsky, E.E.Devyatkin, M.V.Tikhvinskaya,  
A.S.Pastukh, Yu.Ya.Smirnov  
**56 ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ РЕКОНФИГУРИРУЕМЫХ  
ПОВЕРХНОСТЕЙ RIS В СЕТЯХ МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ 6G**

Представлена технология реконфигурируемой интеллектуальной поверхности RIS, которую предполагается использовать в сетях мобильной связи

### ПОДПИСКА

АО "Почта России", индекс ПН756

ООО "Урал-Пресс Округ"

ООО "Руспресса"

ООО "Агентство "Книга-Сервис"

ООО "ГЛОБАЛПРЕСС"

ООО "СЕРВИСПРЕСС"

в редакции журнала по тел.: (495) 234-01-10

e-mail: magazine@technosphaera.ru

### ПОДПИСАТЬСЯ НА ЭЛЕКТРОННУЮ

#### ВЕРСИЮ МОЖНО НА САЙТАХ:

www.lastmile.su, elibrary.ru, www.e.lanbook.ru

#### АДРЕС РЕДАКЦИИ:

ул. Краснопротарская, д.16, стр.2

Для писем: 125319, Москва, а/я 91

Тел.: (495) 234-0110 доб. 183

Факс: (495) 956-3346

E-mail: journal@electronics.ru

### НАШИ ПРЕДСТАВИТЕЛИ В ГЕРМАНИИ

#### OUR REPRESENTATIVES IN GERMANY

RFC Russland Experten Consulting GmbH

✉ 88077 Ulm / Germany

☎ +(49) 731 3788 0070

☎ +(49) 151 1568 2018

✉ info@russland-experten.com

🌐 www.russland-experten.com