



Полтавський національний технічний
університет імені Юрія Кондратюка

СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ, НАВІГАЦІЇ ТА ЗВ'ЯЗКУ

Випуск 1(33)

Заснований
у 2007 році

Наукове періодичне видання,
в якому відображені результати
наукових досліджень з розробки та
удосконалення систем управління,
навігації та зв'язку у різних
проблемних галузях.

Засновник:
Полтавський національний технічний
університет імені Юрія Кондратюка

Адреса редакційної колегії:
Україна, 36011, м. Полтава,
Першотравневий проспект, 24

Телефон: +38 (066) 706-18-30
(консультації, прийом статей).

E-mail:
kozelnkova@mail.ru

Інформаційний сайт:
<http://www.pntu.edu.ua>

Реферативна інформація
зберігається: у загальнодержавній
реферативній базі даних
„Україніка наукова” та публікується
у відповідних тематичних серіях
УРЖ „Джерело”.

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ:

Голова:

КОЗЕЛКОВ Сергій Вікторович (д-р техн. наук, проф.)

Заступники голови:

ГАЛАЙ Василь Миколайович (канд. техн. наук, доц.)

ШУЛЬГА Олександр Васильович (канд. техн. наук, доц.)

Члени:

ІЛЮШКО Віктор Михайлович (д-р техн. наук, проф.)

ІЛЬІН Олег Юрійович (д-р техн. наук, проф.)

КАЛІННИКОВ Володимир Геннадійович (д-р физ.-мат. наук, проф.)

КОРОБКО Богдан Олегович (канд. техн. наук, доц.)

КОШОВИЙ Микола Дмитрович (д-р техн. наук, проф.)

КРАСНОБАЄВ Віктор Анатолійович (д-р техн. наук, проф.)

КУЧУК Георгій Анатолійович (д-р техн. наук, проф.)

ЛАДАНЮК Анатолій Петрович (д-р техн. наук, проф.)

МАШКОВ Віктор Альбертович (д-р техн. наук, проф.)

МАШКОВ Олег Альбертович (д-р техн. наук, проф.)

МОРГУН Олександр Андрійович (д-р техн. наук, проф.)

МУРАВЛЬОВ Володимир В'ячеславович (канд. техн. наук, доц.)

ПЕШЕХОНОВ Володимир Григорович (академік РАН, д-р техн. наук, проф.)

СІЛЬВЕСТРОВ Антон Миколайович (д-р техн. наук, проф.)

СТАСЄВ Юрій Володимирович (д-р техн. наук, проф.)

СУХАНОВ Костянтин Георгійович (канд. техн. наук, с.н.с.)

ХРАЩЕВСЬКИЙ Рімвідас Вілімович (д-р техн. наук, проф.)

ХОРОШКО Володимир Олексійович (д-р техн. наук, проф.)

ЦАРЬОВ Віктор Михайлович (канд. техн. наук, с.н.с.)

ЧОРНИЙ Олексій Петрович (д-р техн. наук, проф.)

Відповідальний секретар:

КОЗЕЛКОВА Катерина Сергіївна (д-р техн. наук, с.н.с.)

За достовірність викладених фактів, цитат та інших відомостей відповідальність несе автор

*Журнал індексується наукометричною базою Google Scholar (бібліометричні показники – 94/199/5);
71 місце серед 1800 українських періодичних наукових видань (http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe).*

*Затверджений до друку науково-технічною радою Полтавського національного технічного університету
імені Юрія Кондратюка (протокол № 06 від 11 березня 2015 року)*

*Занесений до “Переліку наукових фахових видань України, в яких можуть публікуватися результати
дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук”, затвердженого наказом Міністерства освіти
і науки, молоді та спорту України від 25.01.2013 р., № 54*

Свідоцтво про державну реєстрацію КВ № 19512-93/2ГП від 16.11.2012 р.

З М І С Т

НАВІГАЦІЯ

<i>Dmitriev O.N.</i> Analysis of the common calculation of air navigation system case SC with a specified RIP observations	3
--	---

КОНТРОЛЬ КОСМІЧНОГО І ПОВІТРЯНОГО ПРОСТОРУ

<i>Коробчинський М.В.</i> Використання дистанційно керованих літальних апаратів у цивільній сфері	5
---	---

ПИТАННЯ УПРАВЛІННЯ В СКЛАДНИХ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМАХ

<i>Бондарчук С.В.</i> До питання про вплив авіаційного шуму на людину	11
<i>Бугрім Л.І., Білюк І.С.</i> Комбінована система автоматичного регулювання процесу гарячого цинкування	14
<i>Вишнівський В.В., Кузавков В.В., Василенко В.В.</i> Аналіз методів форсованих випробувань для отримання залежності зміни діагностичного параметра від часу напрацювання напівпровідникових РЕК	18
<i>Дикарев А.В.</i> Способы проверки кольцевых кодов	21
<i>Дробик О.В., Косоветь М.А.</i> Дослідження ефекту розтікання спектру обмеженого у часі частоти биття 3D-радару	25
<i>Єрмілова Н.В., Кислиця С.Г., Москаленко І.В.</i> Аналіз перехідних процесів в двошвидкісному кроковому електроприводі, який працює з дробленням основного кроку	31
<i>Зенив І.О., Старков М.А., Крылов В.М.</i> Генератор на диоде Ганна с экранированным диэлектрическим резонатором	35
<i>Зингаева Е.И., Зуев В.А., Романюк Б.Н., Гаврилко Е.В.</i> Применение фотоварикапов для оптической связи	38
<i>Зубрецька Н.А., Федін С.С., Чуприна Т.В.</i> Моделювання метрологічної надійності засобів виміральної техніки на основі нечітких множин	40
<i>Пережестов Д.В.</i> Технічне обслуговування і ремонт як один із заходів забезпечення надійності авіаційної техніки	45
<i>Рагулін С.В.</i> Математична модель при випадковому законі розподілу напрацювання LRU до відмови	48
<i>Рябуха Ю.Н.</i> Метод идентификации степени информативности семантического содержания сегмента видеокadra	52
<i>Слюсарь І.І., Слюсарь В.І., Ільченко О.П., Матько В.П.</i> Конвергентні рішення для оптичного доступу наступного покоління	57
<i>Тимочко О.О., Обідін Д.М.</i> Розробка методів формалізації знань про процес класифікації повітряних об'єктів	61
<i>Тихонов І.В., Гудков Д.М., Лаврінченко В.Ф.</i> Шляхи підвищення ефективності експлуатації суден у сучасних умовах	65
<i>Воскобойник В.А.</i> Один из подходов обеспечения устойчивости и стабильности функционирования технических средств передачи-приема информации	70
<i>Ковтонок І.Б.</i> Аэродинамическая эффективность механизации тонкого профиля в широком диапазоне углов атаки при обтекании потоком идеальной несжимаемой жидкости	73
<i>Котов О.Б.</i> Методика оцінювання бойового потенціалу ударних авіаційних комплексів	76

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ

<i>Ананченко В.С., Коробчук С.О., Кирда Д.І., Поджур К.В.</i> Стан 3G в Україні, історія розвитку, вплив	79
<i>Беркман Л.Н., Комарова Л.О., Леценко О.О., Похабова І.Е.</i> Оптимізація параметрів у мережах технології SDN	81
<i>Биченков В.В., Ігнатєв М.М., Руденська Г.В.</i> Застосування індуктивних методів математичного моделювання для прогнозування середньорічної інфляції	86
<i>Гайдур Г.І.</i> Майбутнє мереж-SDN	92
<i>Довженко Т.П.</i> Исследование сети TCP/IP с применением программного каркаса ERLANG/OTP	95
<i>Зайцев О.В.</i> Модель комплексования інформації отриманої від різних джерел на основі теорії свідчень Демпстера-Шейфера	100
<i>Коритченко К.В., Бізонич Д.В., Цебрюк І.В., Серпухов О.В., Темніков В.О.</i> Експериментальне дослідження стиснення повітряного заряду в двигуні типу 5 ТДФ на режимі холодного пуску	103
<i>Коришун Н.В., Гринкевич Г.О., Василенко В.В., Сторохин Д.І., Дика Г.М., Сергєєв В.А., Завірюха В.І., Кирда Д.І.</i> Оцінка навантаження інфокомунікаційної мережі	107
<i>Миныхин С.В.</i> Информационные технологии реализации двухуровневой модели планирования пакетов заданий в распределенной вычислительной системе на основе решения задачи о наименьшем покрытии	111
<i>Сімоненко В. П., Клівода І. В.</i> Усунення помилок при створенні завдань для GRID-систем	115
<i>Барабаш О.В., Бодров С.В., Мусієнко А.П.</i> Методика накопичення діагностичної інформації в системах інтелектуального відеоконтролю	118
<i>Брынза Н.А.</i> Альтернативный метод принятия многокритериальных решений в условиях нечеткой информации	122
<i>Грінченко Т.О., Нарєжній О.П.</i> Методи генерування шумових сигналів, що застосовуються в криптографічних модулях	126
<i>Корнієнко І.В.</i> Управление эффективностью автоматизированного кадастрового офиса	130
<i>Kogol O.G.</i> Enhanced MAC algorithm based on the use of modular transformations	133
<i>Куланов В.А.</i> Разработка и оценка многоверсионных проектов на плиз с использованием языковой диверсности	139
<i>Оксіюк О.Г.</i> Модель оптимізації семантичної мережі	143
<i>Руденко А.А., Одарущенко Е.Б., Одарущенко О.Н.</i> Информационная технология оценки надежности программных средств с учетом вторичных дефектов	146

ЗАПОБІГАННЯ ТА ЛІКВІДАЦІЯ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ

<i>Кучук Н.Г.</i> Метод моделювання процесу розповсюдження шкідливих викидів	151
<i>Цанко Н.С.</i> Огнеупорные и радиационностойкие цементы на основе системы BaO – Al ₂ O ₃ – SiO ₂	155

ЗВ'ЯЗОК

<i>Іохов О.Ю., Горбов О.М., Оленченко В.Т.</i> Методика розрахунку показників захищеності інформаційного обміну каналів радіозв'язку	158
<i>Степанов М.М.</i> Узагальнена базова математична модель електромагнітних взаємодій в системах рухомого зв'язку ..	160
Алфавітний покажчик	164

УДК 621.391

І.І. Слюсарь, В.І. Слюсар, О.П. Ільченко, В.П. Матько

Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка, Полтава

КОНВЕРГЕНТНІ РІШЕННЯ ДЛЯ ОПТИЧНОГО ДОСТУПУ НАСТУПНОГО ПОКОЛІННЯ

У роботі розглянута модель гібридної пасивної оптичної мережі на основі конвергентних рішень. З метою реалізації концепції оптичного доступу наступного покоління, проведений аналіз варіантів побудови оптичних мереж з OFDM. Для підвищення пропускної здатності та усунення недоліків OFDM запропоноване використання методу N-OFDM.

Ключові слова: пасивна оптична мережа, оптична розподільча мережа, оптичний доступ, DWDM, NGOA, N-OFDM, ODN, OFDM, WDM.

Вступ

Як відомо [1], пасивні оптичні мережі (Passive Optical Network, PON) мають низку переваг: мінімальне використання активного обладнання; мінімізація кабельної інфраструктури; низька вартість обслуговування; можливість інтеграції з кабельним телебаченням; достатні масштабованість та щільність абонентських портів. Домінуючою формою PON в Європі та Північній Америці є Gigabit PON (GPON), а в Азії популярна Ethernet PON (EPON) – частина IEEE 802.3ah (EFM). Зазвичай, PON має топологію дерева. У проміжних вузлах дерева можуть розміщуватись пасивні оптичні розгалужувачі з коефіцієнтом розгалуження до 1:64 або навіть 1:128.

Останнім часом, існує значна потреба у підвищенні пропускної здатності PON через збільшення кількості абонентів, обсягу відео-контенту та ін.

Як наслідок, можна констатувати той факт, що існуючі класичні підходи щодо організації PON на задовольняють світовим тенденціям розвитку оптичного доступу. Одним з шляхів підвищення ефективності мереж доступу на основі оптичного волокна (ОВ) є створення гібридних PON, використання технологій «радіо поверх оптики».

Мета роботи: реалізація концепції оптичного доступу наступного покоління на основі конвергентних рішень «радіо поверх оптики».

Основна частина

У класичній PON для передачі прямого та зворотного каналу використовується одне ОВ, смуга пропускання якого динамічно розподіляється між абонентами, або 2 ОВ – у разі резервування. Низхідний потік (Downstream, DS) від центрального вузла (Central Office, CO) до абонентів йде на довжині хвилі 1490 і 1550 нм для відеосигналу у смузі радіочастот (RF-video), такого ж, як й в мережах кабельного телебачення. У висхідних потоках (Upstream, US) від абонентів (довжина хвилі – 1310 нм) усунення колізій здійснюється за рахунок протоколів

арбітражу на основі протоколів множинного доступу з часовим розподілом (Time Division Multiplex, TDMA). В них вже реалізовані функції управління смугою пропускання, якістю обслуговування та ін.

При цьому, ефективний спосіб доставки, в тому числі з точки зору вартості, поверх існуючої інфраструктури вимагає IPTV з технологією IP-multicast. IP-multicast дає можливість реплікації одного каналу для кожного глядача, таким чином оптимізуючи ємність обладнання доступу. Однак, зі швидким зростанням відеоконтенту за технологією Over-the-Top (OTT) перевантажується не тільки бізнес відеосервісів, а ще й мережі. Через те, що OTT – сукупність unicast, неможливо отримати перевагу ефективності IP-multicast. Хоча й немає різниці в швидкості з'єднання у абонента між IPTV- або OTT-відеоканалом, пропускна здатність обладнання мережі доступу значно перевантажується, коли кожен глядач отримує свій власний ексклюзивний відеоканал. Усе це спонукає шукати нові варіації підвищення пропускної здатності мереж доступу. У рамках концепції наступного покоління оптичного доступу (Next Generation Optical Access, NGOA) для існуючих PON передбачено використання технологій, що наведені на рис. 1 [2]. Розробка технологій 10G PON і WDM-PON покликана вирішити питання з обмеженням на обсяги трафіку, що виділяється. Серед основних переваг WDM-PON слід виділити такі:

- користувачу надається виділена смуга (немає розподілу на конкурентній основі);
- сигнали абонентів фізично ізольовані;
- ефективно використовується ОВ;
- можливе значне збільшення дальності зв'язку (наприклад, використовуючи масиви оптичних хвилеводів (Arrayed Waveguide Grating, AWG) з низькими втратами замість неефективних з точки зору втрат сплітерів при стандартному для GPON бюджеті у 28 дБ, можна підключати абонентів на відстані близько 80 км).

У цілому, WDM-PON розглядається як довгострокове рішення оптичного доступу.

Ця технологія вже показує високі показники в мобільних додатках (Long Term Evolution, LTE) та додатках масштабу підприємства. З такими характеристиками «швидкість/відстань» оператори мереж можуть доставляти сервіси GE до підприємства без будь-якого активного обладнання між CO і кінцевим користувачем. Характерними результатами цього є значна економія капітальних і операційних витрат, так як традиційна агрегація та транспортні вузли можуть бути віддаленими в архітектурі мережі, а CO – об'єднані (рис. 2). Для мобільного транзиту LTE малий час очікування WDM-PON і надмірність транспорту, що поєднані в одному обладнанні, пред-

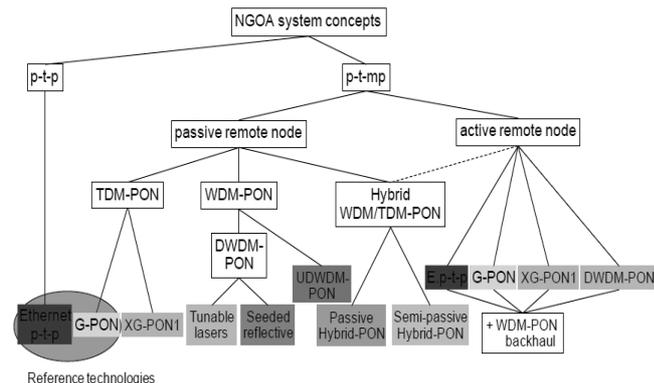


Рис. 1. Концепція систем NGOA

У свою чергу, організація «Мережа доступу з повнофункціональними послугами» (Full Service Access Network, FSAN) [3] пропонує два шляхи оптимізації: NG PON1 – для нових технологій, що працюють на існуючих оптичних розподільчих мережах (Optical Distribution Network, ODN); NG PON2 – для нових технологій, що працюють на існуючих ODN – як опція. За даними FSAN, проект NG PON2 спирається на наступні реалізації: з 40G TDM – 40G TDM-PON; PON зі спектральним ущільненням (Wavelength Division Multiplex, WDM) – WDM-PON; з ортогональним частотним ущільненням (Orthogonal Frequency Division Multiplexing, OFDM) або варіантом OFDMA (можливість динамічного розподілу несучих підканалів або послуг користувачам) – OFDMA PON, гібридні WDM-PON, наприклад: спільно з 10G TDM.

У ході проведеного аналізу перспективних напрямків створення NGOA основними слід вважати:

- розвиток технологій WDM-OFDM-PON, що забезпечують підвищення швидкості та розширення радіусу покриття TDM-PON до 40-60 км;
- розробка консолідованих конвергентних рі-

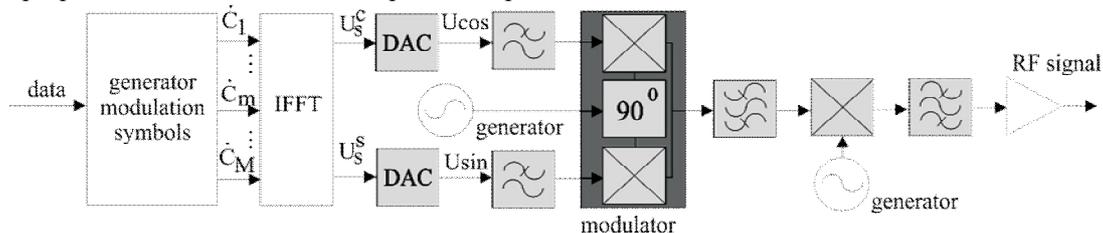


Рис. 3. Схема формування OFDM (COFDM) на передавальній стороні

ставляє дуже цікаве рішення з низькою повною вартістю володіння (Total Cost of Ownership, TCO).

Для впровадження та управління WDM-PON, придатних для мережного оператора, необхідно застосовувати «безбарвну» технологію WDM-PON. Це дозволяє будь-якому ONT підключатися де б то не було до PON і автоматично налаштуватися на потрібний оптичний канал. На даний час, на розгляді знаходяться три безбарвних технології WDM-PON:

- віддалено відібрана (Remotely Seeded);
- повторне використання довжини хвилі (Wavelength Reuse);
- тунельні лазери.

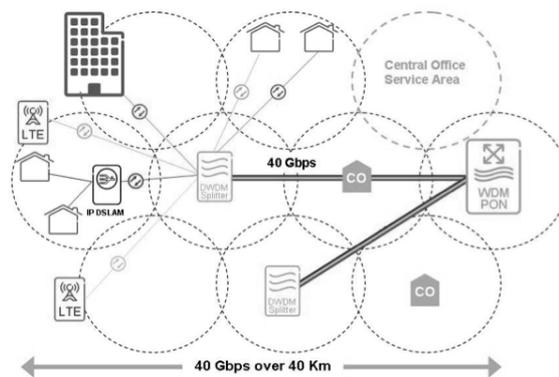
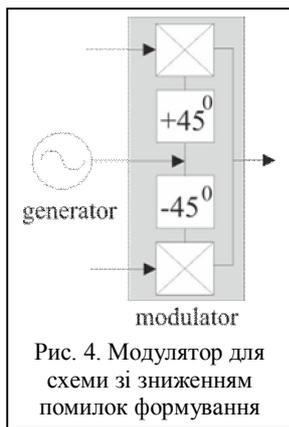


Рис. 2. Розподіл вузлів WDM-PON і консолідація з CO

шень «радіо поверх оптики», енергопостачання/телекомунікації та ін.

Як зрозуміло, в оптичних телекомунікаційних системах приділяється підвищена увага до OFDM, як засобу подолання різних обмеження волоконно-оптичних систем передачі (ВОСП), наприклад: вплив хроматичної дисперсії (може викликати міжсимвольну інтерференцію), поляризаційної модової дисперсії, фазової само модуляції, забезпечення відносної інтенсивності шуму та ін. Тобто, OFDM є гарним кандидатом для підвищення відстані та швидкості передачі. Добре відомий класичний формат кодування NRZ не може працювати на великих відстанях при швидкості 10 Гбіт/с і вище. А компенсувати хроматичну дисперсію по довжині тракту іноді є економічно недоцільним. Як відомо [4], при OFDM високошвидкісний інформаційний потік розділяється на множину низькошвидкісних підканалів, які передаються на ортогональних несучих. Варіант схеми формування сигналу OFDM або кодованого OFDM (Coded OFDM, COFDM), що спираються на використання зворотного швидкого перетворення Фур'є (ШПФ) наведені на рис. 3, 4.



Умовою ортогональності підканалів OFDM є збіг несучих з максимумами АЧХ фільтрів, синтезованих на приймальній стороні шляхом операції ШПФ над сигнальної вибіркою. Якщо в якості фізичного каналу виступає оптична несуча, то вона модулюється за інтенсивністю груповим інформаційним сигналом

OFDM [5]. На приймальній стороні оптична несуча потрапляє на фотодетектор, на навантаженні якого виділяється електричний сигнал групового потоку, що надходить після підсилення на декодер OFDM. При цьому, коефіцієнт модуляції оптичного випромінювання залежить від кількості підканалів і зазвичай не перевищує 10%. Електронний пристрій частотного ущільнення та ват-амперна характеристика лазера повинні мати підвищену лінійність в широкому діапазоні рівнів. Згідно [6], розроблені проекти спільного використання DWDM і когерентного оптичного OFDM (CO-OFDM) зі швидкостями 100 Гбіт/с. Такий підхід важливий для майбутніх високошвидкісних ВОСП. В цілому, потенційні можливості OFDM в PON підтверджені низкою проектів, що розглянуті в [6-8 та ін.]. Таким чином, на підставі проведених досліджень можливо виділити основні варіанти побудови PON на базі конвергентних рішень з OFDM для багатокористувацького доступу:

- OFDMA-PON – різним користувачам призначені різні ортогональні несучі підканалів одного діапазону;
- OFDMA-TDMA-PON – різним користувачам призначені різні ортогональні несучі підканалів і часові інтервали одного діапазону;
- OFDMA-TDMA-WDMA-PON: різним користувачам призначені різні ортогональні несучі підканалів і часові інтервали та довжини хвиль.

Однак, при впровадженні OFDM слід враховувати його недоліки, наприклад: залежність правильного декодування даних від зсуву по частоті, неоптимальне використання частотного діапазону, а також особливості використання ШПФ для формування частотних фільтрів. Основною проблемою використання операції ШПФ, що не згадується в описах стандартів зв'язку на основі OFDM є паразитні фазові викривлення комплексних амплітуд сигналів. Такі викривлення супроводжують ШПФ. При використанні QAM-алгоритмів модуляції вони не дозволяють достовірно декодувати інформацію. Для усунення обмежень OFDM по частотному ущільненню пропонується підхід, що базується на методі неортогональної дискретної частотної модуляції (N-OFDM), при якому, на відміну від OFDM, розне-

сення частот не прив'язується до максимумів АЧХ фільтрів ШПФ (рис. 5) [9].

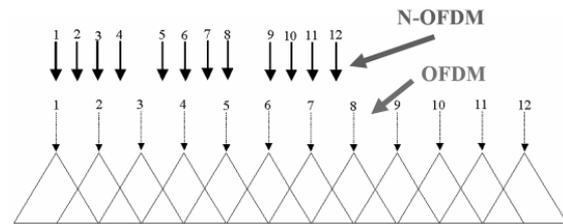


Рис. 5. Компонівка N-OFDM (OFDM) сигналу

Слід звернути увагу на той факт, що такий сигнал при частотному розносі підканалів на ширину фільтра ШПФ, він перетворюється в OFDM-сигнал. Для QAM-алгоритмів модуляції несучих підканалів інформація в переданому повідомленні міститься у величині квадратурних складових амплітуд сигналів. У роботі отримана оптимальна за методом максимуму правдоподібності оцінка цих складових і розроблені модифікації N-OFDM, наприклад, без використання ШПФ на приймальній стороні та ін.

У цілому, N-OFDM дозволяє збільшити пропускну здатність оптичного доступу. Враховуючи вище зазначене, пропонується кілька варіантів гібридної N-OFDM-X-PON (де символ «X» – інші технології) з використанням N-OFDM (рис. 6, 7).

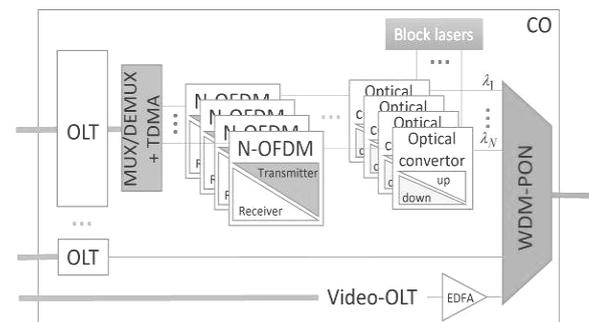


Рис. 6. Структура CO при використанні N-OFDM

З метою проведення плавної модернізації або апгрейду, обладнання оптичного лінійного терміналу (Optical Line Terminal, OLT) для формування N-OFDM передбачає режим роботи з OFDM, що забезпечує узгодження з оптичними мережними терміналами (Optical Network Termination, ONT) або оптичними мережними блоками (Optical Network Unit, ONU). Крім того, підвищення пропускну здатності запропонованої гібридної N-OFDM-X-PON принаймні вдвічі можливе при використанні поляризаційного ущільнення. На даний час, ущільнення потоків інформації за допомогою оптичних несучих, що мають лінійну поляризацію, (Polarization Division Multiplexing, PDM) має обмежене застосування через необхідність відсутності оптичної анізотропії ОБ [5]. Мультиплексування здійснюється за допомогою спеціальних оптичних призм (наприклад, призма Рошона). Зняття зазначеного обмеження можливе за рахунок властивостей сигналів N-OFDM (OFDM).

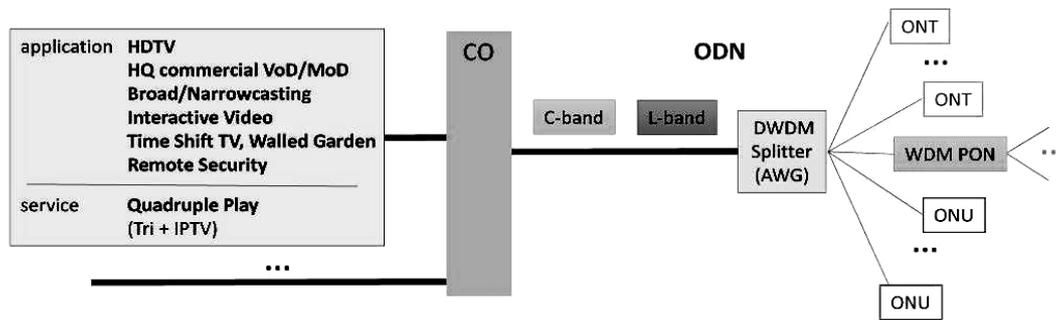
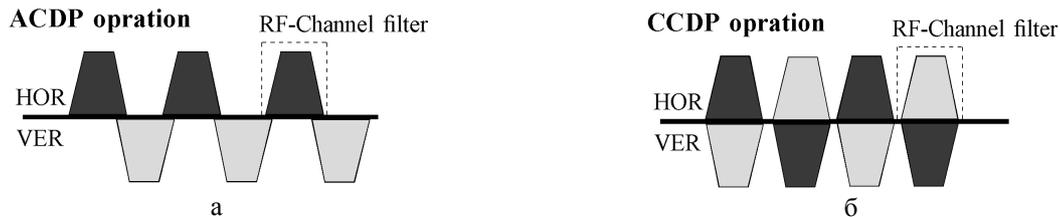


Рис. 7. Варіант гібридної N-OFDM-X-PON

Рис. 8. Методи розстановки частот несучих сигналів подвійної поляризації:
а) – на сусідніх частотних каналах (ACDP); б) – на сумішених частотних каналах (CCDP)

Це завдання може вирішуватися в рамках двох основних методів розподілу частот несучих сигналів подвійної поляризації, приведених на рис. 8. Метод ACDP (Adjacent Channel Dual Polarized) припускає використання різних частот сигналів (сусідніх або суміжних по частотній сітці) на ортогональній поляризації. Як наслідок, його практична реалізація простіша в технічному та алгоритмічному аспектах, а розв'язка між сигналами різної поляризації додатково підвищується за рахунок частотно-селективної дії амплітудно-частотних характеристик частотних фільтрів. До недоліків ACDP слід вважати не ефективне використання спектрального діапазону, стикаючись з необхідністю компоновки несучих підканалів N-OFDM (OFDM) в ортогональній поляризації в шаховому порядку. Даного недоліку позбавлений метод підвищення пропускної спроможності в радіорелейних системах за рахунок використання поляризаційної розв'язки в одному (суміщеному) частотному каналі (Co-channel Dual Polar system, CCDP). Результативність застосування CCDP багато в чому визначається коефіцієнтом крос-поляризаційної розв'язки (XPD). Проте, навіть, якщо величина відповідного параметра буде недостатньою, проблема мінімізації крос-поляризаційних завад при CCDP може бути успішно вирішена за допомогою введення до складу апаратури спеціальної системи придушення крос-поляризаційної завади (Cross-polarization Interference Cancellation, XPIC). Як наслідок, у разі неможливості компенсувати оптичну анізотропію ОВ, для впровадження PDM доцільно застосувати ACDP з шаховим рознесенням несучих підканалів OFDM величиною половини смуги пропускання радіочастотного фільтра.

Висновки

Таким чином, в рамках концепції NGOA для підвищення пропускної здатності мереж доступу в роботі

запропоновано використання конвергентних рішень «радіо поверх оптики» з N-OFDM (OFDM). З одного боку, OFDM є засобом подолання впливу хроматичної дисперсії, міжсимвольної інтерференції, поляризаційної модової дисперсії, фазової самомодуляції, забезпечення відносної інтенсивності шуму та ін. З іншого боку, для усунення обмежень OFDM по частотному ущільненню пропонується підхід, що базується на методі неортогональної дискретної частотної модуляції (N-OFDM). При цьому, можливе впровадження гібридних N-OFDM-X-PON, що базуються на технологіях WDM, N-OFDM (OFDM, OFDMA), TDM та ін. Подальші перспективні дослідження спрямовані на визначення технічних аспектів практичної реалізації запропонованої моделі N-OFDM-X-PON.

Список літератури

1. Воробієнко П.П., Нікітюк Л.А., Резніченко П.І. Телекомунікаційні та інформаційні мережі: Підруч. для ВНЗ. – К.: «Самміт-книга», 2010. – 640 с.
2. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.ict-oase.eu/public/files/OASE_WP4_D4_2_2.pdf.
3. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.fsan.org/>.
4. Слюсар В.И. Неортогональное частотное мультиплексирование (N-OFDM) сигналов. Часть 1. //Технологии и средства связи. – 2013. – № 5. – С. 61-65.
5. Скларов О.К. Волоконно-оптические сети и системы связи.– СПб.: «Лань», 2010. – 272 с.
6. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://optiwave.com/applications/coherent-optical-ofdm-2/>.
7. Коврига Е.А. PON – сети нового поколения. Ч. 1. Применение ортогонального частотного мультиплексирования в пассивных оптических сетях// [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://vsbel.by/File/2011_4/Vols.pdf.
8. Sanchez C., Ortega B., Capmany J. OFDM-IDMA for Uplink Transmission in Passive Optical Networks // IEEE Photonics Journal Volume 4, Number 1, February 2012 [Ел-

ктронный ресурс]. – Режим доступа: *Опубл. 15.07.02, Бюл. №7, 2002.*
<http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=609557>

Надійшла до редколегії 16.12.2014

9. Патент України № 47918А, МПК⁷ Н 04J 1/00.
 Спосіб частотного ущільнення вузькосмугових інформаційних каналів// Слюсар В.І., Смоляр В.Г., Слюсар І.І. –

Рецензент: д.т.н., проф. В.А. Краснобаєв, ПолтНТУ ім. Юрія Кондратюка, Полтава.

КОНВЕРГЕНТНЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ ОПТИЧЕСКОГО ДОСТУПА СЛЕДУЮЩЕГО ПОКОЛЕНИЯ

И.И. Слюсарь, В.И. Слюсар, А.П. Ильченко, В.П. Матько

Рассмотрена модель гибридной пассивной оптической сети на основе конвергентных решений. С целью реализации концепции оптического доступа следующего поколения проведен анализ вариантов построения оптических сетей с OFDM. Для повышения пропускной способности и устранения недостатков OFDM предложено использование метода N-OFDM.

Ключевые слова: пассивная оптическая сеть, оптическая распределительная сеть, оптический доступ, DWDM, NGOA, N-OFDM, ODN, OFDM, WDM.

CONVERGENT SOLUTIONS FOR NEXT GENERATION OPTICAL ACCESS

I.I. Slyusar, V.I. Slyusar, O.P. Ilchenko, V.P. Matko

The paper considers the model of a hybrid passive optical network based on convergent solutions. In order to implement the concept of optical next-generation access analyze options for building optical networks with OFDM. In order to increase capacity and address the shortcomings of OFDM it proposed to use the method of N-OFDM.

Keywords: Passive Optical Network, Optical Distribution Network, Optical Access, DWDM, NGOA, N-OFDM, ODN, OFDM, WDM.

УДК 004.825

О.О. Тимочко, Д.М. Обідін

Кіровоградська льотна академія Національного авіаційного університету, Кіровоград

РОЗРОБКА МЕТОДІВ ФОРМАЛІЗАЦІЇ ЗНАНЬ ПРО ПРОЦЕС КЛАСИФІКАЦІЇ ПОВІТРЯНИХ ОБ'ЄКТІВ

Результат ідентифікації повітряних об'єктів, її достовірність суттєво залежить від якості інформації та ступеню її формалізації. Ключовим моментом при розробці методу класифікації повітряних об'єктів є бази знань, які дозволяють провести розпізнавання на підставі інформації про поточну поведінку об'єктів в повітрі, їх характеристик та апріорної інформації про процес розпізнавання. Ознаковий простір містить різноманітні ознаки, які мають різні метрики, достовірності, темп оновлення, характер змін, ступінь взаємної залежності. Для одержання числових значень ці ознаки необхідно деталізувати або перетворити за відповідною шкалою. При цьому нечисловий характер, наявність різних видів невизначеності ознакової інформації під час прийняття рішення вимагає використання нетрадиційних методів до задачі їх формалізації. Це обумовлює актуальність даної статті за розробки методів формалізації знань про процес класифікації повітряних об'єктів.

Ключові слова: розпізнавання, формалізація знань, формальні моделі знань, обробка радіолокаційної інформації.

Вступ

Наявність стохастичної невизначеності ознакової інформації обумовлюється відносно невизначеності інформації про об'єкти (події) в повітряному просторі, що пов'язано з неточністю вимірювань параметрів повітряних об'єктів (ПО), з поганою якістю каналів зв'язку і з іншими особливостями.

Лінгвістична невизначеність пов'язана з використанням природної мови для опису процесу прийняття рішень. Ця невизначеність обумовлюється необхідністю оперувати кінцевим числом слів і обмеженим числом структур фраз для опису множини різноманітних ситуацій, що виникають в процесі

прийняття рішень з контролю повітряного простору та неоднозначністю значення фраз. Для кожного класу ПО необхідно визначення інформативності ознак та їх перелік, сформувати еталонні ознаки та провести їх формалізацію і наповнення бази знань на підставі еталонних ознак поведінки ПО. Обробка інформації, отриманої про повітряну обстановку, оцінка її достовірності, формування поточних ознак ПО на підставі обробленої інформації є попереднім етапом класифікації ПО, тому розробка її процедур повинна бути складовою частиною досліджень.

Таким чином, розробка методів формалізації знань про процес класифікації повітряних об'єктів є актуальною науковою задачею.

АЛФАВІТНИЙ ПОКАЖЧИК

Ананченко В.Є.	79	Зубрецька Н.А.	40	Обідін Д.М.	61
Барабаш О.В.	118	Зуєв В.А.	38	Одарущенко О.Б.	146
Беркман Л.Н.	81	Ігнат'єв М.М.	86	Одарущенко О.М.	146
Биченков В.В.	86	Ільченко О.П.	57	Оксіюк О.Г.	143
Бізонич Д.В.	103	Іохов О.Ю.	158	Оленченко В.Т.	158
Білюк І.С.	14	Кирда Д.І.	79, 107	Перекрестов Д.В.	45
Бодров С.В.	118	Кислиця С.Г.	31	Похабова І.Е.	81
Бондарчук С.В.	11	Клівода І. В.	115	Рагулін С.В.	48
Бринза Н.О.	122	Ковтонюк І.Б.	73	Романюк Б.М.	38
Бугрім Л.І.	14	Комарова Л.О.	81	Руденко О.А.	146
Василенко В.В.	18, 107	Коритченко К.В.	103	Руденська Г.В.	86
Вишнівський В.В.	18	Корнієнко І.В.	130	Рябуха Ю.М.	52
Воскобойник В.О.	70	Коробчинський М.В.	5	Сергєєв В.А.	107
Гаврилко Є.В.	38	Коробчук С.О.	79	Серпухов О.В.	103
Гайдур Г.І.	92	Король О.Г.	133	Сімоненко В. П.	115
Горбов О.М.	158	Коршун Н.В.	107	Слюсарь В.І.	57
Гринкевич Г.О.	107	Косовець М.А.	25	Слюсарь І.І.	57
Грінченко Т.О.	126	Котов О.Б.	76	Старков М.А.	35
Гудков Д.М.	65	Крилов В.М.	35	Степанов М.М.	160
Дика Г.М.	107	Кузавков В.В.	18	Сторохин Д.І.	107
Дікарев О.В.	21	Куланов В.О.	139	Темніков В.О.	103
Дмітрієв О.М.	3	Кучук Н.Г.	151	Тимочко О.О.	61
Довженко Т.П.	95	Лавріненко В.Ф.	65	Тихонов І.В.	65
Дробик О.В.	25	Лещенко О.О.	81	Федін С.С.	40
Єрмілова Н.В.	31	Матько В.П.	57	Цапко Н.С.	155
Завірюха В.І.	107	Мінухін С.В.	111	Цебрюк І.В.	103
Зайцев О.В.	100	Москаленко І.В.	31	Чуприна Т.В.	40
Зенів І.О.	35	Мусієнко А.П.	118		
Зингаєва О.І.	38	Нарежній О.П.	126		

НАУКОВЕ ВИДАННЯ

СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ, НАВІГАЦІЇ ТА ЗВ'ЯЗКУ
ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

Випуск 1 (33)

Відповідальна за випуск *К.С. Козелкова*

Свідоцтво про державну реєстрацію КВ № 19512-93/2ПР від 16.11.2012 р.

Комп'ютерна верстка: *Т.В. Уварова*Оформлення обкладинки: *І.В. Ільїна*Техн. редактор *Т.В. Уварова*Коректор *О.В. Морозова*

Підписано до друку 18.03.2015

Формат 60×84/8

Папір офсетний

Гарнітура «Times New Roman»

Друк – різнограф

Ум.-друк. арк. – 20,5

Обл.-вид. арк. – 19,07

Ціна договірною

Наклад 150 прим.

Зам. 318-15

Адреса редакції: Україна, 36011, м. Полтава, Першотравневий проспект, 24, тел. (066) 706-18-30
Полтавський національний технічний університет імені Юрія КондратюкаВіддруковано з готових оригінал-макетів у друкарні ФОП Петров В.В.
Єдиний державний реєстр юридичних осіб та фізичних осіб-підприємців.
Запис № 2480000000106167 від 08.01.2009.61144, м. Харків, вул. Гв. Широнінців, 79в, к. 137, тел. (057) 778-60-34
e-mail: bookfabrik@rambler.ru