

УДК 535.317.2

Гордієнко Сергій Борисович

Кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри Навчально-наукового інституту інформаційної безпеки Національна академія Служби безпеки України, Київ

Манько Олександр Олексійович

Доктор технічних наук, професор
Одеська національна академія зв'язку ім. О.С. Попова, Одеса

Манько Володимир Олександрович

Кандидат технічних наук, інженер I категорії
Київстар GSM, Київ

Скубак Олександр Миколайович

Кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри Навчально-наукового інституту інформаційної безпеки Національна академія Служби безпеки України, Київ

Твердохліб Микола Григорович

Кандидат технічних наук, професор кафедри телекомунікаційних систем та мереж Державний університет телекомунікацій, Київ

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ СУЧАСНИХ МЕРЕЖ ДОСТУПУ

***Анотація.** Одним з основних напрямів сучасного науково-технічного прогресу є всебічний розвиток волоконно-оптичних систем та мереж зв'язку, що забезпечують можливість доставки на значні відстані великого обсягу інформації з високою швидкістю. Серед типів мереж доступу на сьогодні найбільш прогресивною вважається мережа FTTH, яка забезпечує підключення оптичного волокна безпосередньо до домашньої апаратури абонента. Перевагою цієї технології є високий рівень інформаційно-пропускної здатності, а особливістю є використання конструкції багатоволоконного оптичного кабелю з осердям стрічкового типу. Ще одним напрямом сучасного науково-технічного прогресу є всебічний розвиток волоконно-оптичних систем зв'язку, що забезпечують можливість доставки на значні відстані великого обсягу інформації з високою швидкістю. Проте область застосування волоконно-оптичних систем передачі (ВОСП) не обмежується передачею даних на великі відстані для безпосереднього зв'язку, а має більш широкий спектр, від бортових систем до локальних (LAN) і глобальних (WAN) волоконно-оптичних телекомунікаційних мереж. Дуже перспективне використання волоконно-оптичної техніки в кабельному телебаченні, оскільки вона дає змогу з одного боку забезпечити високу якість передачі зображення, а з іншого – істотно розширити можливості інформаційного обслуговування абонентів. Розвиток телекомунікаційних технологій по шляху багатоцільового призначення для телефонного і телеграфного зв'язку, телебачення, передача даних, мультимедіа додатків і т.ін., неможливе без використання волоконно-оптичних ліній зв'язку (ВОЛЗ).*

***Ключові слова:** мережі зв'язку; мережі доступу; оптичний кабель; осердя оптичного кабелю; осердя стрічкового типу*

Вступ

Мережі доступу дуже важливі у процесі розподілення інформації між абонентами та доставлення її до кінцевого обладнання користувача.

Мережа доступу – це сукупність технічних засобів між кінцевими абонентськими пристроями, встановленими у приміщеннях користувача та комутаційним обладнанням, до плану нумерації (або адресації) якого входять термінали, що підключаються до телекомунікаційної системи [1; 2].

Головною складовою мережі доступу є абонентська лінія (АЛ). Основною задачею АЛ можна вважати організацію зв'язку абонентського терміналу зі “своєю” телефонною станцією. У міру створення мережі орендованих ліній (“прямих провідників”) АЛ стали підключатись до диспетчерських комутаторів або просто з'єднувати два абоненти. У подальшому з'явилися інші комутаційні мережі – абонентського телеграфування, передачі даних і т.п., що привело до використання АЛ для зв'язку відповідних терміналів з комутаційними станціями інших (відмінних від телефонних) вторинних мереж.

Функції АЛ в наявній телекомунікаційній системі полягають в розв'язанні трьох основних задач:

- забезпечення двостороннього передавання повідомлень між терміналом користувача та абонентським комплексом кінцевої станції;
- обмін сигнальною інформацією, необхідною для встановлення та роз'єднання з'єднань;
- підтримка заданих показників якості передачі інформації та надійності зв'язку терміналу з кінцевою станцією.

Функції передавання повідомлень, в свою чергу, можна класифікувати за видом інформації, що передається. Якщо йдеться про телефонію, то основним видом інформації є голосова. Додатковим видом інформації в даному випадку може бути, наприклад, охоронна сигналізація. Реалізація функції передавання повідомлень може здійснюватись як двопроводовими фізичними АЛ (індивідуальними спареними), так і АЛ, що організуються в каналах систем передачі (аналогових або цифрових, що працюють по кабельним жилам або радіоканалами). Під обміном сигнальною інформацією розуміємо передачу усіх сигналів, що можуть знадобитись в процесі обслуговування виклику.

Задані показники надійності та якості функціонування забезпечуються як на етапі проектування АЛ, так і в процесі її експлуатації. Сукупність АЛ – для наявної системи електрозв'язку – являє собою мережу доступу. З цієї причини функції АЛ та мережі доступу збігаються. На сучасному етапі розвитку телекомунікаційних систем відбувається якісна зміна функцій, що виконуються мережами доступу. Для початку зупинимось на змінах, що стосуються АЛ.

Особливості АЛ в перспективній телекомунікаційній системі полягають у такому:

- здебільшого скорочується довжина АЛ, що поліпшує основні характеристики передачі в мережі доступу;
- АЛ (у випадку її реалізації на кабелях з металевими жилами) стає однорідною, що знімає проблеми, які стосуються відбиття сигналів та других явищ, що утруднюють передачу дискретної інформації;
- для організації АЛ використовуються радіоканали та оптичні кабелі (ОК), які дають змогу (за необхідності) забезпечити широку смугу пропускання сигналів;
- підвищуються вимоги до надійності АЛ і, як правило, стають більш жорсткими нормативні терміни її відновлення після відмови;
- крім конфігурації “точка-точка” можуть використовуватись інші топології АЛ.

Вищенаведені положення можна розглядати як розширення функцій властивим АЛ.

Розглянемо функції мереж доступу. Причини, які обумовлюють суттєву зміну функцій, що виконує мережа доступу, знаходяться в головних тенденціях розвитку системи електрозв'язку:

- інтеграція, що торкається мережі, телекомунікаційні послуги, експлуатаційні процеси і т.п.;
- інтелектуалізація, що має на меті використання нових технологій в електрозв'язку і в інформатиці;
- персоналізація, орієнтована на максимальне “наближення” засобів електрозв'язку до конкретної людини;
- підтримка послуг з обміну інформацією, що стимулює суттєве підвищення пропускної здатності мережі доступу.

Можна, напевне, назвати й інші причини, але наведені чотири тенденції розвитку електрозв'язку відіграють саму важливу роль в трансформації функцій, покладених на мережу доступу.

Виклад основного матеріалу

Мережі доступу FTTH – перспективи, особливості, переваги

На сьогодні одним із питань є побудова сучасних широкосмугових абонентських мереж, які охоплюють житлові зони кварталів, районів міст або сільської місцевості [3; 4]. Для розв'язання подібних задач розроблено декілька концепцій, що враховують споживчі характеристики та платіжоспроможність абонентів. Практично усі вони використовують в тій чи іншій мірі волоконно-оптичні лінії зв'язку, які значно збільшують пропускну здатність та дають змогу впроваджувати нові широкополосні смуги [5]. Найбільш широкого поширення набули три концепції: гібридна волоконно-коаксіальна мережа (HFC), концепція “волокно в монтажну шафу” (FTTC) та концепція “волокно в квартиру” (FTTH).

Гібридна волоконно-коаксіальна мережа HFC (hybrid fiber/coax) будується на основі коаксіальної та волоконно-оптичної кабельних мереж та використовує переваги кожної з них. Мережа HFC надає набагато більше послуг ніж традиційні чисто коаксіальні телевізійні мережі. До таких послуг належать: відеосервіс, телефонія, інтерактивні служби, служби передачі даних та інші [6]. Призначення волокна в мережах HFC багато в чому теж саме, що й в телефонних мережах, де на основі волоконно-оптичних кабелів (ВОК) будуються більш довгі магістральні лінії зв'язку між районними та міськими АТС. В мережах HFC максимальна довжина ВОК може сягати до 80 км.

У типовій конфігурації оптичні лазерні передавачі (переважно на основі DFB лазерів), що монтується в стійку в центральному офісі або

в головному вузлі, перетворюють широкополосні радіочастотні сигнали в еквівалентні аналогові оптичні сигнали, які передаються по ВОК до відповідних розподільних вузлів ODN (optical distribution node). Оптичний сигнал, що приходить в ODN, знову перетворюється в електричний і надалі передається по коаксіальним мережам від кінцевих абонентів до абонентських розгалужувачів. Максимальне число підсилювачів в коаксіальній мережі варіюється від 4 до 10 залежно від архітектури виробника. Максимальне число абонентів у розрахунку на один магістральний ВОК становить від 500 до 3000. Принципова відмінність таких мереж від традиційних коаксіальних абонентських мереж (наряду з тим, що додано волоконно-оптичний тракт) це двонаправлений транспорт, тобто маємо потік від абонента до головного вузла – висхідний потік.

Концепція “волокно в монтажну шафу” FTTC (fiber to the curb) забезпечує один з найпростіших і дешевших способів нарощування мережі та надання нових послуг абонентам. У FTTC волоконно-оптичний кабель з центрального вузла (районної АТС або вузла оператора послуг зв'язку) надходить в монтажну шафу (curb). Монтажна шафа, яка обладнана електронним розподільним обладнанням, може бути як у вуличному виконанні, так і у виконанні для встановлення всередині приміщень. Від шафи до абонента йдуть виті пари. На відміну від телефонних пар ці виті пари мають кращі технічні характеристики та значно меншу довжину (до 100 м), що забезпечує значно вищу пропускну спроможність

(до 100 Мбіт/с і більше). Це відкриває можливість новим інтерактивним послугам, серед яких: Internet, відеоконференції, прийом стислих відеопередач у форматі MPEG-2/MPEG-3 і т. д. У даній концепції збережено наявну коаксіальну кабельну систему, за допомогою якої абоненти отримують аналогові телевізійні сигнали.

Концепція “волокно в квартиру” FTTH (fiber to the home) є самою перспективною, оскільки вона забезпечує найбільшу смугу пропускання, масове обслуговування абонентів на відстані до 20 км від вузла зв'язку, швидкість доступу для абонента до кількох гігабіт в секунду [7]. На сьогодні широко впроваджено технології FTTH в США та Японії. За цією концепцією волокно від головного вузла направляється безпосередньо в квартиру абонента (рис. 1).

На лінії можуть бути встановлені пасивні оптичні розподільні кроси, які розділяють багатожильні ВОК у кабелі з меншим числом волокон, у т. ч. і двошкульні, які спрямовані безпосередньо до абонента.

Перевагами мережі FTTH є:

- висока смуга пропускання. Сучасні вимоги до смуги пропускання – 20...50 Мбіт/с в нисхідному (до абонента) потоці і більш ніж 10 Мбіт/с у висхідному. Слід зазначити, що смуга 50 Мбіт/с відповідає двом потокам HDTV. При поширенні HDTV-мовлення в майбутньому слід розраховувати, що кожна сім'я буде споживати одночасно до двох потоків відео;

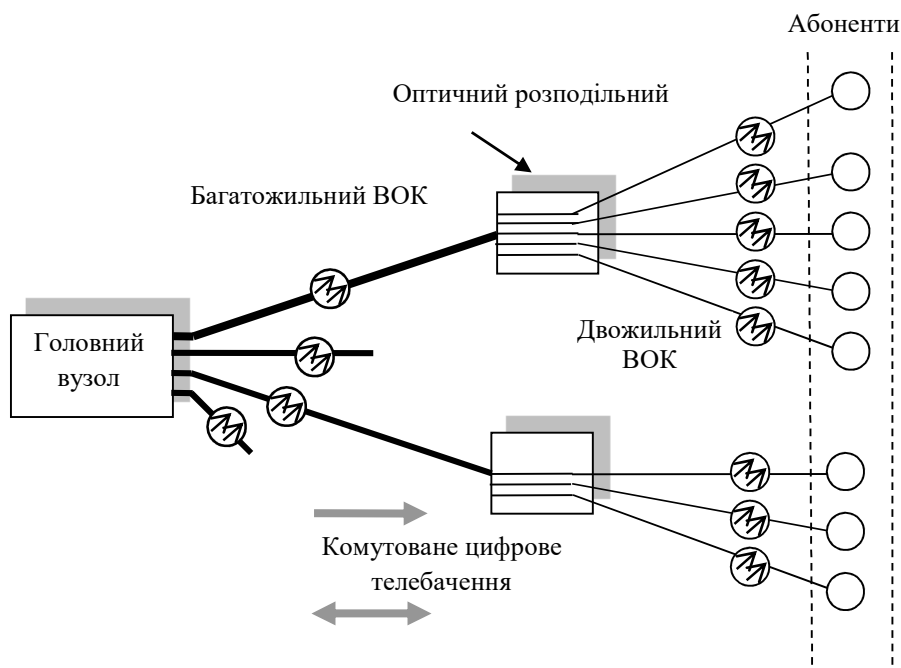


Рисунок 1 – Концепція “волокно в квартиру” (FTTH)

– *конфіденційність*. Поставити “жучок” на оптоволокну практично неможливо. А якщо врахувати, що оптичний сигнал скремблюється таким, наприклад, протоколом, як GPON, то можливість прослуховування практично виключається;

– *висока надійність*. ВОК (на відміну від мідних кабелів) не піддаються корозії в місцях зварювання, а кросові порти не окиснюються, не реагують на вологість (як у вуличних кросах для мідних кабелів) і характеризуються відсутністю перехресних завод (cross-talk).

Отже, оптичні кабелі на сьогодні є базовим типом кабелів для виконання сучасних мереж доступу. А враховуючи велику щільність абонентів у зоні міської забудови, вони відповідно ще повинні мати у складі своєї конструкції значну кількість оптичних волокон.

Оптичні кабелі з осердям стрічкового типу

У системах волоконно-оптичного зв'язку використовують оптичні кабелі (ОК), осердя яких можна розрізнити за такими типами [8]:

- з повивною концентричною скруткою (осердя модульного типу);
- з профільованим осердям;
- осердя ОК, що складається з пакету стрічок, які містять оптичні волокна.

Кабелі першого типу мають традиційну повивну концентричну скрутку осердя за аналогією з електричними кабелями. Кожен наступний повив осердя має на шість волокон більше. Здебільшого волокна розташовані в окремих пластикових трубках, утворюючи модулі.

ОК другого типу мають в центрі фігурне пластикове осердя з пазами, в яких розміщені оптичні волокна. Пази та відповідно волокна розташовані по гелікоїді і тому для них відсутні поздовжні зусилля на розрив.

ОК третього типу складаються з пакету плоских пластикових стрічок, в яких розміщено певне число оптичних волокон (рис. 2).

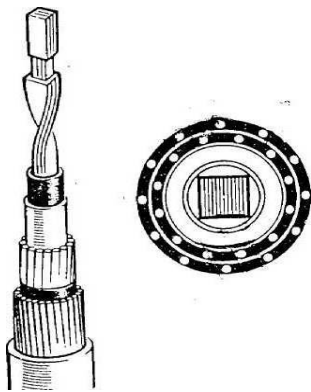


Рисунок 2 – Поперечний переріз та загальний вид ОК з осердям стрічкового типу

Кабель з осердям стрічкового типу характеризується правильним розташуванням світловодів у вузлах прямокутної решітки. Осердя закручується по гвинтовій лінії для гнучкості та збереження форми ОК [9]. Конструктивні особливості такого кабелю дають змогу розмістити у складі осердя велику кількість оптичних волокон, яка може досягати понад декількох сотень.

ОК такого типу є головною складовою частиною мережі FTTH.

Особливості механічних характеристик ОК з осердям стрічкового типу

Осердя стрічкового типу можна розглядати як суцільний стрижень з прямокутним поперечним перерізом та природною круткою.

Стрижнем називають тіло, що підлягає деформуванню, у якого один з лінійних розмірів значно перевищує два інших. Виділяють лінії вздовж більшого з розмірів стрижня. Бічна поверхня стрижня може бути утворена рухом плоского контуру вздовж осі стрижня. Частина площини, перпендикулярна осі стрижня та обмежена його бічною поверхнею, називається поперечним перерізом стрижня (іноді просто перерізом), а його контур – відповідно контуром поперечного перерізу. Отже, стрижень обмежений бічною поверхнею та кінцевими (початковим та кінцевим) перерізами.

Розрізняють прямі стрижні з прямолінійною віссю та криві стрижні, осі яких вигнуті за різними законами. Довжину прямого стрижня визначають як відстань між його кінцевими перерізами, довжину кривих стрижнів – як довжину криволінійної осі.

Форма поперечного перерізу є однією з важливих характеристик стрижня. Розрізняють двосиметричні перерізи з двома осями симетрії, симетричні з однією віссю симетрії та несиметричні.

Якщо форма та величина поперечного перерізу не змінюється протягом усієї довжини стрижня, то його називають стрижнем зі сталим поперечним перерізом. Бічна поверхня прямого незакрученого стрижня сталого поперечного перерізу є циліндричною. У стрижня змінного поперечного перерізу величина або форма перерізу може змінюватись по довжині стрижня неперервно або стрибками [10].

Стрижень з природною круткою являє собою стрижень, утворений неперервним обертанням плоского перерізу при поступальному русі центра перерізу по осі стрижня (рис. 3).

Закручені стрижні є математичними моделями ряду відповідальних елементів машинобудівних конструкцій: робочих лопаток, парових та газових турбін, осьових компресорів, лопатей повітряних гвинтів, спіральних свердл, елементів вимірювальних приладів (трубок Бурдона) тощо.

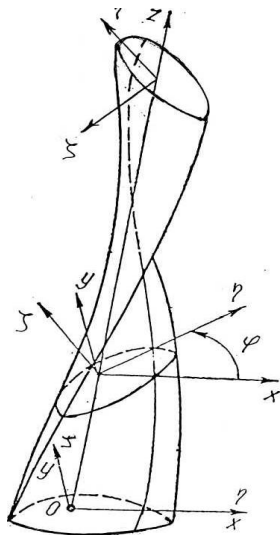


Рисунок 3 – Просторовий стрижень з природною круткою

Елементи з круткою використовуються в будівельних конструкціях. Наведені елементи переважно є одними з найбільш відповідальних та найбільш навантажених, тому дослідження їх статичної та динамічної стійкості дуже актуальне. Результати досліджень щодо закручених стрижнів здебільшого залежать від достовірності використаних математичних моделей, від ступеня точності, з яким вони відображають реальні фізичні процеси при деформуванні досліджуваних елементів. Закручені стрижні досить часто зустрічаються в рослинному світі як конструктивні елементи (стебла, листки рослин). Наявність скрученості дає змогу в 5-6 разів збільшити стійкість стрижня при поздовжньому стисканні, збільшити його жорсткість та здатність опору поперечним статичним та динамічним навантаженням.

Для ОК наявність природного скручення осердя надає такі переваги щодо механічних характеристик:

- підвищується жорсткість кабелю до поперечних сил та згинальних моментів;
- зменшуються прогини осердя та самого ОК у порівнянні з кабелем, осердя якого не має скручення;
- збільшується стійкість до деформування та збереження форми поперечного перерізу при дії зовнішніх зусиль.

Однак поліпшення механічних властивостей за рахунок скручення певним чином впливає на його оптичні характеристики. Це проявляється при згині оптичного волокна. Необхідною в даному аспекті є задача оптимізації ступеня скручування у поєднанні зі збереженням оптичних характеристик ОК на необхідному рівні.

Виходячи зі структури поперечного перерізу ОК, очевидно, що у процесі згину осердя його прогини нерівнозначні відносно осей симетрії

перерізу. Це проявляється в тому, що за однакових умов щодо точок опори ОК стріла його прогину в різних площинах вигину буде різною, або ж при однакових радіусах вигину в різних площинах будуть значно відрізнятися механічні навантаження на осердя, у т. ч. і на оптичне волокно, як елемент осердя. Це приводить до появи підвищених або навіть недопустимих напружень при згині в одному з напрямків. Поява підвищених напружень призводить до додаткових деформацій і збільшенню мікротріщин, що є небажаним для ОК з точки зору строку його експлуатації. При цьому змінюються як оптичні, так і механічні властивості волокна.

Природне скручення дає рівноправ'я згину в двох площинах симетрії поперечного перерізу, що поліпшує його механічні властивості [9; 11]. Природне скручення дозволяє уникнути надмірних навантажень на оптичні волокна, які могли б виникнути при згинах ОК в одній з площин симетрії, поліпшує гнучкість кабелю (зменшує значення допустимого радіуса вигину) за умови збереження однорідності гнучкості в усіх напрямках згину та форми кабельного осердя.

Висновки

Важливим завданням сьогодення є невинне виконання положень чинної концепції розвитку телекомунікацій в Україні з метою забезпечення розвитку інфокомунікацій та реалізації впровадження мереж наступного покоління (NGN). Як відомо, мережа наступного покоління складається з надпотужної транспортної мережі та мережі доступу. Для реалізації передачі на великі відстані високошвидкісних потоків (Гбіт/с) необхідною умовою є використання оптичного волокна. Характерним для сучасного етапу розвитку мультисервісних телекомунікаційних мереж є широке впровадження ефективних оптичних технологій. Значне підвищення інформаційно-пропускної здатності мереж доступу забезпечує технологія ФТТН (оптичне волокно в квартиру) і тому серед інших мереж доступу вона є найбільш прогресивною. Мережа доступу ФТТН використовує багатоволоконні оптичні кабелі з осердям стрічкового типу, які конструкційно забезпечують максимальну кількість волокон у кабелі і від вузла комутації до квартири користувача спрямовується пара окремих волокон. Така побудова мережі за відсутності активного та додаткового пасивного обладнання дає змогу забезпечити порівняно високий рівень надійності і основним фактором, що визначає надійність лінії, залишається надійність оптичного волокна у складі кабелю.

Важливим є збереження форми кабелю та ізотропність характеристик щодо вигину. Осердя стрічкового типу при виробництві оптичного кабелю

підлягає скручуванню з певним кроком, внаслідок чого волокна отримують технологічні вигини, які вносять до загасання кабелю додаткові втрати. Це ставить питання про оцінку втрат на вигинах в залежності від конструктивних параметрів осердя з метою дотримання вимог щодо їх граничного значення.

З іншого боку наявність скручення підвищує гнучкість оптичного кабелю за рахунок зменшення мінімально допустимого радіуса вигину.

Механічні деформації оптичного волокна на вигинах призводять до появи еліптичності осердя волокна, що викликає диференційну групову затримку між двома ортогональними модами у

волокні, що призводить до появи поляризаційної модової дисперсії.

В оптичному кабелі виникають механічні напруження в оптичних волокнах, які породжуються механічними деформаціями. Це впливає на його надійність та довговічність, тому доцільним є проведення оцінки напружень на етапі розробки конструкції оптичного кабелю, що дає змогу ще на етапі проектування забезпечити діючі вимоги з надійності та довговічності оптичного кабелю даного типу в режимі експлуатації.

Отже, конструкцію оптичних кабелів зі стрічковим осердем можна вважати основною для побудови мереж доступу майбутнього.

Список літератури

1. Аджемов С.С. *Технологии широкополосного доступа: динамика и перспективы развития* / С.С. Аджемов, Ю.Ф. Урядников // *Электросвязь – Москва*, – 2011. – №1. – С. 19 -23.
2. Урядников Ю.Ф. *Сверхширокополосная связь. Теория и применение* / Ю.Ф. Урядников, С.С. Аджемов. – М. : СОЛОН-Пресс, 2005. – 368 с.
3. Убайдуллаев Р.Р. *Волоконно-оптические сети* / Р.Р. Убайдуллаев. – М. : Эко-Трендз, 1998. – 300 с.
4. Shumate P.W. Ch. 2. *Telecommunications, Cable Television, and Data LinkSystems: (Broadband Access), in Optoelectronics in Japan and the United States, 1997*, http://itri.loyola.edu/opto/c2_s4.htm
5. Бирюков Н.Л. *Транспортные сети и системы электросвязи. Системы мультимплексирования: Учебник для студентов вузов по специальности “Телекоммуникации”* / Н.Л. Бирюков, В.К. Стеклов.; Под ред. Стеклова В.К. – К.: Віпол, 2003. – 352 с.
6. Скляр О.К. *Волоконно-оптические сети и системы связи: Учебное пособие* // О.К. Скляр. – СПб.: Издательство “Лань”, 2010. – 272 с.
7. Иванов А.Б. *Волоконная оптика: компоненты, системы передачи, измерения* // А.Б. Иванов. – М.: Компания “Сайрус Системз”, 1999. – 671 с.
8. Agrawal G.P. *Fiber-Optic Communication Systems*. John Wiley, New York, 1992. – 541 с.
9. Семенов Н.А. *Оптические кабели связи: Теория и расчет* / Н.А. Семенов. – М.: Радио и связь, 1981. – 152 с.
10. Воробьев Ю.С. *Теория закрученных стержней*. / Ю.С. Воробьев, Б.Ф. Шорр. – К.: Наукова думка, 1983. -188 с.
11. Скубак О.М. Деякі питання визначення конструктивних параметрів оптичних кабелів зі стрічковим осердем / О.М Скубак, О.О. Манько // *Вісник ДУІКТ*. – 2011. – Т.9, №4. – С. 335–341
12. Хлапонін Ю.І. Підхід до забезпечення захисту корпоративних інформаційних систем в будівництві [Текст] / Ю.І. Хлапонін, О.В. Измайлова // *Управління розвитком складних систем*. – 2017. – № 31. – С. 126-131.

Стаття надійшла до редколегії 10.04.2018

Рецензент: д-р техн. наук, В.В. Онищенко, Державний університет телекомунікацій, Київ.

Гордиенко Сергей Борисович

Кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой Учебно-научного института информационной безопасности Национальная академия Службы безопасности Украины, Киев

Манько Александр Алексеевич

Доктор технических наук, профессор
Одесская национальная академия связи им. А.С. Попова, Одесса

Манько Владимир Александрович

Кандидат технических наук, инженер I категории,
Киевстар GSM, Киев

Скубак Александр Николаевич

Кандидат технических наук, доцент, доцент Учебно-научного института информационной безопасности Национальная академия Службы безопасности Украины, Киев

Твердохлеб Николай Григорьевич

Кандидат технических наук, профессор кафедры телекоммуникационных систем и сетей
Государственный университет телекоммуникаций, Киев

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СОВРЕМЕННЫХ СЕТЕЙ ДОСТУПА

Аннотация. Одним из основных направлений современного научно-технического прогресса является всестороннее развитие волоконно-оптических систем и сетей связи, обеспечивающее возможность доставки на значительные расстояния огромного объема информации с большой скоростью. Среди современных сетей доступа наиболее прогрессивной считается сеть FTTH, которая обеспечивает подключение оптического волокна непосредственно к домашней аппаратуре абонента, а особенностью является использование конструкции многоволоконного оптического кабеля с сердечником ленточного типа. Еще одним направлением современного научно-технического прогресса является всестороннее развитие волоконно-оптических систем связи, обеспечивающих возможность доставки на значительные расстояния большого объема информации с большой скоростью. Однако область применения волоконно-оптических систем передачи не ограничивается передачей данных на большие расстояния непосредственно для связи, а имеет более широкий спектр, от бортовых систем до локальных (LAN) и глобальных (WAN) волоконно-оптических телекоммуникационных сетей. Очень перспективным является использование волоконно-оптической техники в кабельном телевидении, поскольку позволяет с одной стороны обеспечить высокое качество передаваемого сигнала, а с другой – существенно расширить возможности информационного обслуживания абонентов. Развитие телекоммуникационных технологий по пути многоцелевого назначения для телефонной и телеграфной связи, телевидения, передачи данных, мультимедийных приложений и т.п. немыслимо без использования волоконно-оптических линий связи.

Ключевые слова: сети связи; сети доступа; оптический кабель; сердечник оптического кабеля; сердечник ленточного типа

Gordienko Sergey Borisovich

PhD (Eng.), Associate Professor, Head of the Chair of the Educational and Scientific Institute of Information Security
National Academy of Security Service of Ukraine, Kyiv

Manko Alexander Alexeyevich

DSc (Eng.), Professor of Odessa National Academy of Telecommunications named O.S. Popov
National Academy of Telecommunications named O.S. Popov, Odessa

Manko Vladimir Alexandrovich

PhD (Eng.), engineer of the 1 category
Joint-stock company Kyivstar GSM, Kyiv

Skubak Alexander Nikolaevich

PhD (Eng.), Associate Professor, Associate Professor of the Educational and Scientific Institute of Information Security
National Academy of Security Service of Ukraine, Kyiv

Tverdokhlebo Nikolay Grigorievich

PhD (Eng.), Professor of the Department of Telecommunication Systems and Networks
State University of Telecommunications, Kyiv

PERSPECTIVES OF THE DEVELOPMENT OF MODERN ACCESS NETWORKS

Abstract. One of the main directions of modern scientific and technological progress is the comprehensive development of fiber-optic systems and communication networks, which provides the possibility of delivering huge amounts of information at great speed over significant distances. At the same time there is a division into two subsystems – transport networks and access networks providing connection of the terminal equipment of the subscriber to transport networks. Among the modern access networks, the FTTH network is considered to be the most progressive, which provides connection of the optical fiber directly to the home equipment of the subscriber. However, the field of application of fiber-optic transmission systems is not limited to the transmission of data over long distances directly for communication, but has a wider spectrum, from on-board systems to local (LAN) and global (WAN) fiber optic telecommunications networks. Very promising is the use of fiber optic equipment in cable television, because it allows one to ensure high quality of the transmitted signal, on the other hand – to significantly expand the information service capabilities of subscribers. The latter is explained with the intensive development of telecommunications based on the use of personal computers for the delivery of electronic mail, the connection at a distance of a home personal computer with a computer at work, the transfer of files to another city, the use of Internet resources and other interactive services, etc. The development of telecommunications technologies along the way multi-purpose for telephone communication, television, data transmission, multimedia applications, etc. is unthinkable without the use of fiber-optic communication lines.

Key words: communication networks; access networks; optical cable; fiber optic core; tape-type core

References

1. Adzhemov, S.S. (2011). *Broadband access technologies: dynamics and prospects of development* / S.S. Adzhemov, Yu.F. Uryadnikov // *Electrosvyaz*, 1, 19 -23. (in Russian)
2. Uryadnikov, Yu.F. & Adzhemov, S.S. (2005). *Ultra-wideband communication. Theory and application*. M.: SOLON-Press, 368. (in Russian)
3. Ubaidullayev, R.R. (1998). *Fiber-optic networks* / R.R. Ubaidullayev. M.: Eco-Trends, 300. (in Russian)
4. Shumate, P.W. (1997). *Ch.2 Telecommunications, Cable Television, and Data LinkSystems: (Broadband Access). Optoelectronics in Japan and the United States*. http://itri.loyola.edu/opto/c2_s4.htm
5. Biryukov, N.L. & Steklov, V.K. (2003). *Transport networks and telecommunication systems. Multiplexing systems: A textbook for university students on the specialty "Telecommunications"*. Kyiv, Ukraine: Vipol, 352. (in Russian)
6. Sklyarov, O.K. (2010). *Fiber-optical networks and communication systems: Textbook*. SPb.: Publishing House "Lan", 272. (in Russian)
7. Ivanov, A.B. (1999). *Fiber optics: components, transmission systems, measurements*. Moscow: "Cyrus Systems" Company, 671. (in Russian)
8. Agraval, G.P. (1992). *Fiber-Optical Communication Systems*. New York, John Wiley, 541.
9. Semenov, N.A. (1981). *Optical communication cables: Theory and calculation* / N.A. Semenov. – M.: Radio and Communication, 152. (in Russian)
10. Vorob'yev, Yu.S. (1983). *The theory of swirling rods*. / Yu.S. Vorob'yev, B.F. Shorr. K.: Naukova dumka, 188. (in Russian)
11. Skubak, O.M. (2011). *Some questions on determining the design parameters of optical cables with tape cores* / O. M. Skubak, A.O. Manko // *Bulletin of the DUIKT*, 9, 4, 335-341. (in Ukrainian)
12. Khlaponin, Yurii & Izmailova, Olga. (2017). *Approach to providing the protection of corporate information systems in construction*. *Management of Development of Complex Systems*, 31, 126-131.

Посилання на публікацію

- APA Gordienko, Sergij, Manko, Olexandr, Manko, Volodimir, Skubak, Olexandr & Tverdokhle, Nikolay. (2018). *Perspectives of the development of modern access networks*. *Management of Development of Complex Systems*, 34, 122 – 129.
- ДСТУ Гордієнко С.Б. Перспективи розвитку сучасних мереж доступу [Текст] / С.Б. Гордієнко, О.О. Манько, В.О. Манько, О.М., О.М. Скубак // *Управління розвитком складних систем*. – 2018. – № 34. – С. 122 – 129.