

ПЛАНИРАЊЕ НА ПОСТРОЈКИ ВО ГЛАВНАТА СТАНИЦА НА СОВРЕМЕН КАБЕЛСКИ ДИСТРИБУТИВЕН СИСТЕМ, КАКО ДЕЛ ОД ЕЛЕКТРОНСКА КОМУНИКАЦИСКА МРЕЖА

Миле Кокотов¹

¹Факултет за природни и технички науки,
Универзитет „Гоце Делчев”, Штип
kokotov@gmail.com

Апстракт

Под поимот *кабелски дистрибутивен систем* (КДС) се подразбира пренос на сигнали од главната станица до крајни корисници преку коаксијална кабелска мрежа. Популарно име за овој систем кај нас е кабелска телевизија, а во САД се нарекува *CATV – Community Antenna Television*. Во денешно време најголемиот број кабелски мрежи се базирани на HFC технологијата (англиски: *Hybrid Fiber Coaxial network* – хибродна оптичко-коаксијална мрежа), па затоа под поимот КДС ќе подразбираме HFC-мрежа.

Постојат повеќе видови на кабелски дистрибутивни системи (КДС) кои во последниве години стануваат мултифункционални. Преку кабелските дистрибутивни системи до корисниците се пренесуваат повеќе услуги, односно сервиси. На пример, аналогна и дигитална ТВ, радио-каналы, брз широкопојасен интернет, како и телефонија. Исто така, се воведуваат услуги, како што се: „Плати за да гледаш“ (*PPV – Pay Per View*) и „Видео содржини на барање на корисникот“ (*VOD – Video On Demand*). Со своите интерактивни можности, кабелските дистрибутивни системи денес претставуваат основен елемент на глобалното информациско општество.

Клучни зборови: *кабелски дистрибутивен систем, кабелски интернет, електронски комуникациски мрежи, главна станица, мултисервис оператори.*

FACILITIES PLANNING IN HEADEND OF MODERN CABLE DISTRIBUTION SYSTEM AS A PART OF ELECTRONIC COMMUNICATIONS NETWORK

Mile Kokotov¹

¹Faculty of Natural and Technical Sciences,
“Goce Delcev” University, Stip, Macedonia

kokotov@gmail.com

Abstract

The term cable distribution systems (KDS) means transmission of signals from the main station (Headend) to the multiple of end users via coaxial cable network. Popular name for this system in our country is a Cable Television in the US called CATV - Community Antenna Television. Nowadays most of the cable networks based on HFC technology (English: Hybrid Fiber Coaxial network - Hybrid Optical coaxial network) so the term will mean HFC network.

There are several types of cable distribution systems (CDS), which in recent years become versatile. Through Cable Distribution Systems end-users can enjoy more services. For example, analogue and digital TV and radio channels, high speed broadband and telephony. Also introduced services such as “Pay to watch” (PPV - Pay Per View) and “Video content on-demand” (VOD - Video On Demand). With its interactive capabilities, cable distribution systems today is an essential element of the global information society.

Keywords: *cable distribution system, CATV, Headend, Internet communication networks, VoIP, MSO – Multi Service Operator.s*

Вовед

Кабелскиот дистрибутивен систем можеме да го поделиме на два дела и тоа:

1. Главна станица на КДС (надворешен и внатрешен дел);
2. Дистрибутивна мрежа на КДС.

Во овој труд ја објаснувам главна станица на КДС (надворешен и внатрешен дел), кај еден современ мултисервис оператор на електронска комуникациска мрежа, како и потребните уреди што треба да ги има за да може да одговори со квалитет и кванититет согласно со поголемите барања од корисниците во модерното општество.

Постојат повеќе видови на кабелски дистрибутивни системи (КДС) кои во последниве години стануваат мултифункционални. Преку овие системи до корисниците се пренесуваат повеќе услуги, односно сервиси. На пример, аналогна и дигитална ТВ, радио-каналы, брз широкопојасен интернет, како и телефонија. Исто така се воведуваат услуги, како што се „Плати за да гледаш“ (*PPV – Pay Per View*) и „Видео содржини на барање на корисникот“ (*VOD – Video On Demand*). Со своите интерактивни можности, кабелските дистрибутивни системи денес претставуваат основен елемент на глобалното информациско општество.

Главна станица на КДС

Во главната станица се врши прием на земските и сателитските сигнали (ТВ и радио програми). Потоа следува обработка на тие сигнали: демодулирање, демултиплексирање, дешифрирање на шифрираните (заштитени) програми и потоа нивно модулирање на RF сигнали - носители, нивно разместување во фреквенцискиот спектар и мултиплексирање. На овој мултиплексен сигнал се додаваат и интернет сигналите модулирани, исто така, на RF сигнали-носители. На крајот, комплексниот мултиплексен RF сигнал се води во оптички предавател кој го претвора електричниот мултиплексен RF сигнал во светлост. Во обратна насока, сигналите од појдовниот интернет сообраќај, од корисниците, преку кабелската дистрибутивна мрежа се примаат во главната станица и се проследуваат кон глобалниот интернет.

Антенски приемен систем

Антенскиот приемен систем служи за прием на сигнали од програмите кои се емитуваат во етерот. При планирањето и проектирање на антенскиот приемен систем треба да се обезбеди приманите сигнали да бидат со добар квалитет и без пречки.

Антенскиот приемен систем се состои од антени со придружни елементи за прием на програми кои се емитуваат од предаватели поставени на земјата („земски програми“) и антени со придружни елементи за прием на сателитски програми. Антенскиот систем задолжително треба да се заземји.

Анени за прием на VHF И UHF „земски програми“

Во кабелските дистрибутивни системи за прием на програмите емитувани од предаватели на земјата се употребуваат антени со големо засилување. Антената е единствена компонента во КДС со која не се зголемува шумот при соодветно засилување на сигналот. Она што ќе

се постигне со антената (однос сигнал/шум на сигналот од саканата програма) е апсолутен максимум и понатаму во системот на КДС не може со ништо да се подобри. Сите интервенции што следат имаат за цел само да ја зачуваат оваа состојба на сигналот во поглед на однос сигнал/шум и со колку што е можно помала деградација на квалитетот да ја донесат до крајните корисници на КДС.

Во градовите каде што има доста одбиени сигнали и разни радиосигнали кои можат да го попречат квалитетниот прием на саканите програми, одлучувачка улога треба да одигра антената и нејзината местоположба. Неопходна е употреба на антени со што помал приемен агол во хоризонтална и вертикална рамнина и колку што е можно поголем однос „напред/назад“. Колку антената има потесен приемен агол и колку има поголем однос напред/назад, толку е поспособна да ги елиминира пречките кои доаѓаат заедно со саканиот сигнал, но од друга насока.

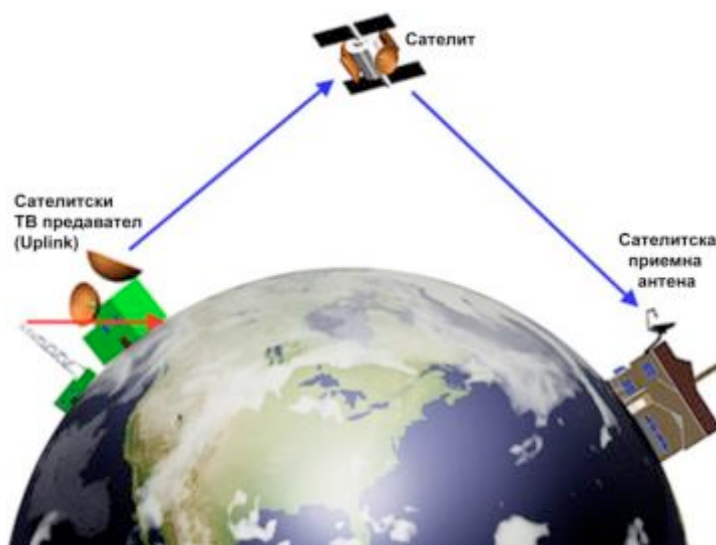


Слика 1. Блок шема на кабелски дистрибутивен систем
Figure 1. Block diagram of Cable distribution system

Анени за прием на сателитски програми

Телевизиските RF сигнали кои се емитуваат од предаватели поставени на Земјата се шират праволиниски. За квалитетен преим на ТВ програмата е потребно да има оптичка видливост помеѓу предавателната антена и приемната антена. Доколку помеѓу предавателната и приемната антена нема оптичка видливост, односно ако помеѓу антените има определени физички пречки во вид на големи згради, ридови, планини и слично, тогаш приемот нема да биде квалитетен или воопшто нема да бидевозможен.

Поради закривеноста на Земјината топка и поради праволиниското ширење на радиобрановите преку кои се емитуваат ТВ сигналите, не е возможно да се примаат сигналите од далечни ТВ предаватели. За да може емитуваниот сигнал подалеку да се приема, телевизиските предаватели се сместени на врвовите од планините. Сепак, по неколку десетици километри, поради закривеноста на планетата Земја, приемот станува невозможен бидејќи директната оптичка видливост помеѓу предавателната и приемната антена повеќе не е можна.



Слика 2. Принцип на сателитски пренос на програми
Figure 2. Satellite TV programs distribution

Сателитските ТВ и радио програми се емитуваат од радиодифузни сателити поставени во таканаречената геостационарна орбита околу земјата, на растојание од приближно 36.000 километри во однос на површината на земјата. Геостационарната орбита претставува привиден прстен околу Земјата во кој се сместени радиодифузните сателити. На тоа растојание, брзината со која орбитираат (кружат) сателитите околу Земјата е еднаква на брзината со која се врти Земјата околу својата замислена оска. На тој начин привидната позиција на сателитот во однос на некое место на Земјата е секогаш исто. За некој набљудувач од Земјата сателитите привидно „стојат неподвижни“ на небото. Така, сателитската антена еднаш насочена кон определен радиодифузен сателит нема потреба да се движи за да ја следи траекторијата на сателитот.

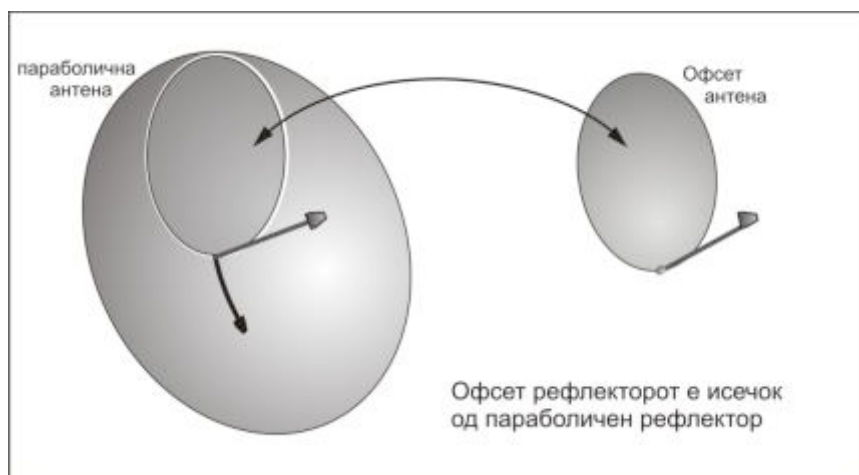
Сателитските сигнали кои се емитуваат во форма на радиобранови во таканаречениот „Ku-band“ (10,70 до 12,75 GHz) и „C-band“ (3,7 до 4,2 GHz) имаат извонредно мала јачина. За прием на овие слаби сигнали се користат антени кои имаат голема „осетливост“ односно засилување.

Сателитската антена обично е составена од рефлектор и нискошумен конвертор. Конверторот се нарекува LNC (*Low Noise Converter*) или некои го нарекуваат LNB (*Low Noise Block*)

Рефлекторот служи да ги собира радиобрановите кои доаѓаат на неговата површина и да ги фокусира во една точка каде што се поставува LNB-конверторот. Колку е поголема површината на рефлекторот толку е поголемо засилувањето на антената, односно толку е поголема способноста на антената да прима послаби сигнали.

Значи, како што сферното огледало ги фокусира светлинските зраци кои доаѓаат на неговата површина, така и металниот параболичен рефлектор ги фокусира радиобрановите во една точка која се нарекува фокус.

Досегашните искуства за прием на сигнали од сателитите во Македонија покажуваат дека квалитетен прием може да се постигне со антена во форма на парабола или офсет антена со дијаметар од 1,5 до 3 м, во зависност од јачината на сигналите од одделни сателити.



Слика 3. Параболична антена и оф-сет антена
Figure 3. Parabolic antenna and off-set antenna

При монтажата на параболичната антена, потребно е таа прецизно да се насочи кон орбиталната позиција на саканиот сателит. Азимутот и елевацијата на антената се одредуваат врз основа на податоците за географската ширина и должина на местото каде што се врши приемот, како и врз основа на податоците за орбиталната позиција на сателитот.

Азимут е аголот (по оската лево-десно) кој го зафаќа антената во однос на насоката кон географскиот север. Азимутот се изразува во степени, како и секој агол, а се смета од насоката север (N-North).

Елевација е аголот (по оската нагоре-надолу) што го зафаќа насоката на антената во однос на земјината површина.

Главна станица на КДС – внатрешен дел

За пренесување на сигналите од аналогните ТВ програми, дигиталните ТВ програми, како и други информации преку Кабелската дистрибутивна мрежа, најнапред овие информации се втиснуваат (модулираат) во електромагнетни радиобранови (RF=Radio Frequency) кои се користат како „носители“ на корисните информации.

Во внатрешниот дел на главната станица на КДС се користат уреди за обработка на сигналите добиени од Антенскиот приемен систем (како и производство на интерни аудио-видео информации), понатаму нивно конвертирање, модулирање (евентуално засилување) и здружување во вид на сложен фреквенциски мултиплекс сигнал пред пуштањето во дистрибутивната мрежа на КДС.

Составни делови на главната станица (внатрешен дел)

Главната станица на КДС е составена од следниве уреди:

1.а. Приемници за прием на „земски“ и сателитски аналогни и дигитални програми

1.б. Уреди за продукција и обработка на аудио-видео сигнали (за интерни или инфо ТВ канал наменет само за корисниците на КДС)

1.в. Уреди за модулација на аудио-видео сигналите во фреквенцискиот појас 112 до 860 MHz (модулатори)

1.г. Уреди за засилување и здружување на сигналите од одделните модулатори во сложен фреквенциски мултиплекс сигнал

1.д. Уреди за интернет (Docsis и LAN)

1.ѓ. Уреди за телефонија (IP-телефонија односно VoIP - *Voice over IP*)

1.е. Дигитална главна станица

1.ж. Систем за непрекинато напојување со електрична енергија (UPS)

1.а. Приемници за прием на VHF и UHF „земски програми“

За прием на класичните аналогни и дигитални телевизиски програми кои се емитуваат во VHF (*Very High Frequency*) и UHF (*Ultra High Frequency*) - телевизиското подрачје, преку предаватели поставени на Земјата, од антените за прием на овие програми сигналите преку коаксијален кабел се донесуваат до приемниците за прием на „земски програми“.

Приемниците на својот влез ги примаат електромагнетните радиобранови добиени од антената. Потоа ја селектираат саканата фреквенција од соодветната ТВ програма, го демодулираат RF сигналот и го конвертираат во аудио-видео сигнал (слика и звук) од саканата ТВ програма.

Приемници за прием на сателитски програми

Приемниците за прием на сателитски програми служат за добивање на аудио-видео сигнал (слика и звук) од саканата сателитска програма. На влезот од приемникот доведуваме RF сигнал 900-2150 MHz од LNB конверторот кој е сместен во фокусот на рефлекторот од антената за сателитски прием. На излезот од приемникот добиваме аудио-видео сигнал од саканата сателитска програма. Потребни се толкав број на приемници колку што „сателитски програми“ ќе се дистрибуираат до корисниците. Постојат приемници за прием на аналогни сателитски програми и приемници за прием на дигитални сателитски програми. Денес повеќе не се употребуваат аналогни сателитски приемници.

Дигиталните сателитски приемници можат да ги примаат таканаречените слободни дигитални програми како и кодираните сателитски програми со употреба на соодветен уред за декодирање.

1.б. Уреди за продукција и обработка на аудио-видео сигнали

Делот од главната станица на КДС во кој се врши продукција и обработка на аудиосигналите и видеосигналите од одделните програми е составен од повеќе уреди.

Во овој дел од главната станица спаѓаат уреди за производство и емитување на интерни програми од затворен тип, кои можат да ги примаат само корисниците на КДС. Можна е употреба на уреди за мешање на видеосигналите (видеомиксер) со кои по потреба се врши вметнување на разни информации во сликата и тонот на сигналите кои се дистрибуираат преку КДС.

Како извори на аудиосигнали и на видеосигнали можат да се користат компјутери за графика, текст, видео и звук, потоа, дигитални аудио-видео плеери и други извори на аудио-видео сигнал. Како опција може да се користат аудио-видео процесори, миксери и сл.

1.в. Модулатори

Модулаторот е уред кои генерира RF сигнали, а потоа на тие RF сигнали ги модулира (втиснува) аудио-видео сигналите од секоја одделна ТВ програма која треба да се пренесува преку КДС. Притоа, RF сигналите се користат како „носители“ на корисните информации (аудио и видео). Значи аудио/видео сигналите од секој ТВ канал се пренесува низ кабелската мрежа до крајните корисници со помош на RF сигнали. Потребни се толку модулатори колку што ТВ канали ќе се пренесуваат преку КДС.

Фреквенциското подрачје од 85 до 860 MHz се користи за дистрибуција на RF сигналите (носители на информации) преку кабелската мрежа од главната станица до крајните корисници.

Модулаторите се едни од најважните делови во главната станица, бидејќи од нивниот квалитет зависи колку многу различни програми ќе можат да се дистрибуираат низ кабелот.

Тие треба да ги задоволуваат сите строги критериуми што се бараат во поглед на температурна и фреквенциска стабилност.

1.г. Уреди за засилување и здружување на сигналите од одделни VHF и UHF канали во сложен мултиплексен сигнал

Овој дел го сочинуваат уреди (канални засилувачи) кои селективно ги засилуваат сигналите на секој одделен канал до потребното ниво, а потоа ги здружуваат овие сигнали во сложен мултиплексен сигнал кој во себе ги содржи сите канали од VHF и UHF фреквенциското подрачје.

Со помош на селективните канални засилувачи се засилува сигналот само на саканиот сигнал добиен од модулаторот додека евентуалното

присуство на несакани споредни зрачења кои можат да се јават како несакани продукти при модулацијата, дополнително се филтрираат за да не направат пречки на другите канали.

Сигналите од сите селективни канални засилувачи се здружуваат во еден заеднички сигнал со помош на пасивен здружувач (како пасивен здружувач обично се користи структура од сплитери). Понатаму овој сигнал се пушта во дистрибутивната мрежа на КДС.

1.д. Уреди за интернет (Docsis и LAN)

Современите кабелски дистрибутивни системи, освен пренос на ТВ програми, овозможуваат и пренос на интернет, телефонија и други интерактивни услуги за своите корисници.

За пренос на интернет, во главната станица се остварува поврзување кон глобалната интернет мрежа најмалку преку две стабилни интерконекициски врски од најмалку два интернет доставувачи. Ова се прави со цел корисниците да не останат без интернет во случај да се прекине врска кон едниот интернет доставувач.

Протоколот на интернет сообраќајот од интернет доставувачите кон кабелскиот дистрибутивен систем се одвива преку моќни еџ-рутери (*edge router*), на пример „Cisco edge router 7609”

Целокупниот интернет сообраќај преку кабелскиот дистрибутивен систем се управува преку еден главен „кор-рутер“ (англиски: *core router*) и повеќе други, исто така, моќни рутери и менаџибилни свичови (комутатори).

1.г. Уреди за телефонија

Фиксната телефонија преку кабелскиот дистрибутивен систем се пренесува преку интернетот во вид на специјални VoIP пакети. Оваа технологија е позната како „IP-телефонија” или „VoIP“ (*VoIP = Voice Over IP*). Во главната станица на кабелскиот дистрибутивен систем е потребно да се инсталира уред наречен телефонски свич „IP-to-PSTN” (*Public-Switched Telephone Network*). Овој уред ги конвертира и рутира IP-базираните телефонски разговори во телефонски сигнали преку традиционален класичен телефонски систем.

Покрај другото, телефонскиот свич ги бележи и тарифира сите телефонски разговори кои ги остваруваат корисниците за да може потоа соодветно да им се наплатат преку месечните сметки.

1.е. Дигитална главна станица

Во состав на една сложена главна станица на современ кабелски дистрибутивен систем се уреди за прием, обработка и пренос на сигнали за дигиталната телевизија (*DVB – Digital Video Broadcast*). Во зависност од желбите и можностите на инвеститорот, односно кабелскиот оператор, дигиталната главна станица може да се конфигурира со разни уреди и системи кои се нудат на пазарот.

Во едноставните и евтини дигитални станици се користат сателитски приемници (трансмодулатори). Трансмодулаторите го претвораат приманиот RF сателитски дигитален сигнал кој е модулиран со QPSK модулација (*DVB-S* стандард), во RF дигитален сигнал модулиран со QAM модулација (*DVB-C* стандард) кој се користи за пренос преку КДС. Притоа, фреквенцијата на излезниот RF QAM сигнал може да се одбира по желба на кабелскиот оператор.

Дигиталните главни станици кои се составени од трансмодулатори немаат можност за примена на систем за условен пристап до програмите кои се емитуваат во КДС (системот за условен пристап се нарекува „CAS” - Conditional Access System). Тоа значи дека кабелскиот оператор нема можност да ги скремблира (шифрира) дигиталните програми кои се пренесуваат преку КДС, па така нема ниту можност за контрола на своите корисници.

Сложените и поскапи дигитални главни станици во својот состав имаат систем за условен пристап, односно CAS. Преку системот за условен пристап кабелскиот оператор може да им забрани на некои корисници да гледаат одреден број на програми или да им овозможи да гледаат други програми.

1.ж. Систем за непрекинато напојување со електрична енергија

Еден од основните услови за непречена работа на кабелскиот дистрибутивен систем е квалитетно напојување на системот со електрична енергија. Доколку нема струја во главната станица, сите корисници приклучени на системот ќе бидат засегнати. Затоа, неопходна е употреба на систем за непрекинато напојување со електрична енергија (*UPS–Uninterruptible Power Supply*).

Постојат разни видови на уреди за непрекинато напојување со електрична енергија. Заедничко за сите е што користат акумулатори кои во време кога има електрична енергија автоматски се полнат и постојано се надополнуваат. Во случај на прекин на електричната енергија, системот за непрекинато напојување ја црпи енергијата од наполнетите акумулатори без да има никаков прекин во напојувањето.

Заклучок

Со своите интерактивни можности, кабелските дистрибутивни системи денес претставуваат основен елемент на глобалното информациско општество.

Во градот Штип можеа да се следат само две-три програми на Македонската телевизија. Подоцна, во деведесеттите години од минатиот век се појавија уште две програми на локални приватни телевизиски станици. Приемот на овие програми се вршеше преку надворешни антени. Бидејќи антените на предавателите преку кои се емитуваат наведените програми се наоѓаат на разни страни, граѓаните беа приморани да поставуваат и по неколку надворешни антени, засилувачи, скретници и други уреди, со цел да си обезбедат подобар прием. И покрај тоа, поради специфичната конфигурација на теренот и високите згради, не беше можно квалитетно примање на ТВ програмите во сите делови од градот. Од друга страна, овој начин на примање на телевизиските програми со помош на надворешни антени (и тоа по неколку антени за секое семејство) носи и други проблеми. Покрај другото, и од гледна точка на естетскиот изглед на зградите кои заличуваат на „шума“ од антени.

Со појавата на кабелските оператори оваа слика битно се измени. На почетокот од својот развој кабелските оператори нудеа само една услуга на своите корисници - аналогна телевизија.

Денес кабелските оператори нудат повеќе услуги, односно сервиси, и се нарекуваат мулти сервис оператори (*Multi service operator – MSO*). Тие вложуваат во квалитетна и скапа опрема со која примаат и дистрибуираат до крајните корисници голем број на ТВ и радио канали со висок квалитет. Корисниците, пак, за релативно евтина месечна такса можат да уживаат во квалитетот на ТВ канали, радиоканали, интернет, телефонија и други интерактивни услуги. Современите кабелски дистрибутивни системи претставуваат вид на електронски комуникациски мрежи. Електронските комуникациски мрежи, освен кабелски, можат да бидат делумно или целосно безжични. За да може успешно да се планираат уредите во главната станица на еден современ кабелски дистрибутивен систем, потребно е да се познаваат нивните технички карактеристики, како и барањата на корисниците, со цел истите да бидат компатибилни.

Користена литература

- Modern Cable Television Technology: Video, Voice and Data Communications**, 2edition, 2004, by Walter Ciciora, James Farmer, David Large, and Michael Adams.
- Broadband Cable Access Networks – The HFC Plant**, 2009, by David Large and James Farmer.
- Downstream RF Troubleshooting**, by Ron Hranac, Cisco Systems Technical Leader of Broadband Network Engineering.
- Upstream RF Troubleshooting**, bu Ron Hranac, Cisco Systems Technical Leader of Broadband Network Engineering.
- Introduction to Cable Television, Analog and Digital TV Services Tecnology, and Operation**, 2nd Edition, by Lawrence Harte, 2007.
- Основи на кабелските дистрибутивни системи**, Миле Кокотов, 2010.