

Секция: Технические науки

**Маткурбонов Дилшод маткурбон ўғли**

Тошкент Ахборот Технологиялари Университети

“МУТ ва Т” кафедраси ассистенти

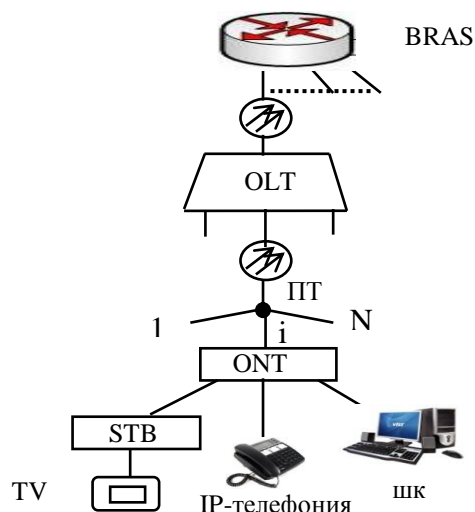
## **КЕНГ ПОЛОСАЛИ АБОНЕНТ ФОЙДАЛАНА ОЛИШ ТАРМОҒИНИ МОДЕЛЛАШТИРИШ ВА ТАҲЛИЛ ҚИЛИШ**

*Ушбу мақола кенг полосали абонент фойдалана оладиган тармоқ участкасининг таъсир параметрлари, ҳамда тармоқда узатилувчи турли синфларга мансуб бўлган трафикларнинг сифат кўрсаткичлари батафсил ёритилган.*

*В статье рассмотрены параметры влияния участка широкополосной сети абонентского доступа, а также показатели качества при передаче по сетям трафика различного вида.*

*In article parameters of influence of a site of a broadband network of user's access, and also quality indicators are considered by transfer on networks of the traffic of a various kind.*

Абонент фойдалана олувчи тармоқ – телекоммуникация хизматларини кўрсатувчи тармоқ операторларининг энг катта ҳаражатлар талаб этиладиган звеноси бўлиб ҳисобланади. Шунинг учун абонент фойдалана олувчи тармоқнинг асосий параметрларини ҳисоблаш учун тармоқнинг имитацион модели ишлаб чиқиш ва шу модел асосида ҳисоб-китоб ишлари олиб бориш, ҳамда уларнинг амалиётдаги ўрнини аниқлаш долзарб масалалар бўлиб ҳисобланади. Тадқиқот қилинувчи объектнинг физик структураси 1–расмда келтирилган.



1–расм. Тадқиқот қилинувчи абонент фойдалана олиш тармоғининг физик структура тузилиши

Бу қурилма интернет провайдерларидан келувчи трафикни мультисервис ядроси ва абонент фойдалана олиш тармоғи орқали трафик йўналишини маршрутизация қилади.

BRAS сервери марказий кириш тугунида жойлашган пассив оптик тармоқнинг OLT (Optical Line Termination) қурилмаси 10G Ethernet юқори тезликдаги оптик линия билан уланган. OLT қурилмасига PON (Passive Optical Network) технологиясининг  $N_c$  кириш сегментлари уланган бўлиб, улар  $N$  абонентларни ўз ичига бирлаштиради. PON сегментлари  $N+1$  линияларга эга бўлган пассив шинали моноканаллар кўринишга эга бўлиб, улар абонент фойдалана оладиган тармоғида жойлашган пассив тармоқлагичлари (ПТ) ёрдамида уланган.

Ҳар бир  $N$  линиялар абонент хонадонидида жойлашган ONT (Optical Network Termination) ускунасининг охириги қурилмалар билан уланган, ONT ускунасига абонент томонидан келувчи IP–телевидениясининг STB (Set Top Box) приставка қурилмаси, IP–телефония терминали, шахсий компьютерлар, симсиз роутерлар ва шунга ўхшаш бир қанча абонент ускуналари уланади. Одатда абонент томонидан келувчи трафик PON

сегменти орқали юқори оқимдан қуйи оқим йўналишида ва қуйи оқимдан юқори оқим йўналишларида узатилади.

BRAS–OLT участкасидаги трафикни узатиш учун стек протоколлардан фойдаланилади, ҳамда юқорида кўрсатиб ўтилган учта синфга мансуб бўлган умумий фойдаланувчи IP– тармоғи орқали узатилади.

ХЭАИ–Т нинг Y.1541 тавсиянинг тавсилотларида, ҳамда хар бир абонент учун қўлланилувчи BRAS хотирасида хар бир абонент трафиғи учун ўзининг алоҳида навбати яратилади. Бу трафикда видео иловалар пакети битта умумий навбатда қўйилади. OLT қурилмасидан ONT қурилмасигача бўлган участкада IPTV оқими узатувлари учун мультикаст гуруҳлари яратилади. OLT ва ONT қурилмалари орасида кичик оқим йўналишида узатилувчи учта синф трафиклар ўзига мансуб бўлган учта трафик синфлари тармоқ қурилмасида маълумотлар нисбий имтёзли хизмат кўрсатиш навбатида узатилади.

Абонент фойдалана олувчи тармоғи участкасида Triple Play хизматларидан фойдаланиши учун логик модел қўлланилади. Унда узатилувчи трафиклар бир–биридан ажратилади ва улар орасида ўзаро таъсир бир мунча камайтиради [1].

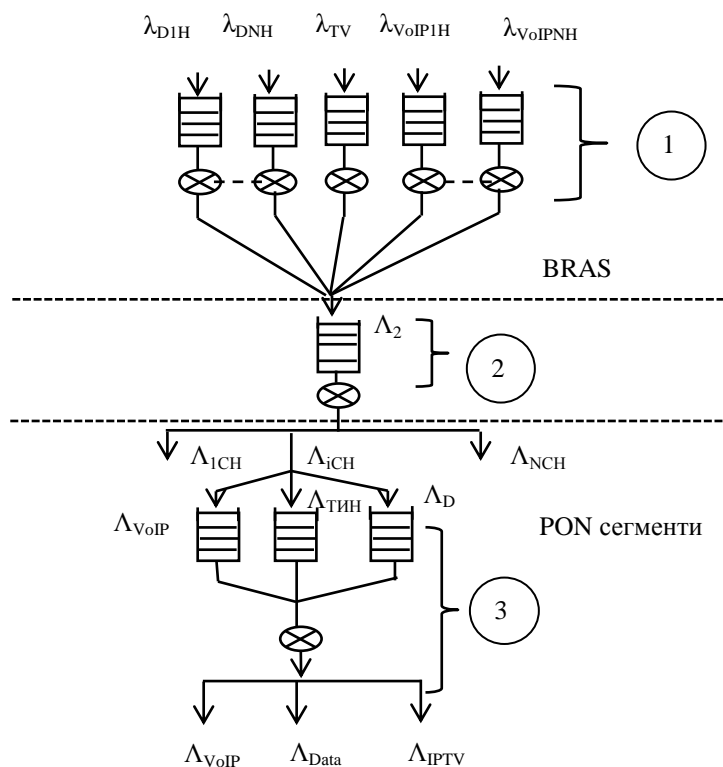
BRAS, OLT, ONT ва бошқа тармоқ қурилмалари пакетларни (кадрларни) навбатма–навбат равишда узатишни таъминлаб беради, бу эса ўз навбатида тадқиқот қилинувчи абонент фойдалана олиш тармоғи кечикиш манбаи бўлиб қолади.

### **Масаланинг қўйилиши**

Агар абонент фойдалана оладиган тармоқнинг Nс сегментларидан иборат бўлган PON технологиясида хар бир кириш қисмига N та дан иборат бўлган (2–расмга қараган) абонентлар уланган бўлса, ҳамда улар учта синфга мансуб бўлган ва бир жинсли бўлмаган оқим таъсири остида бўлиб, улар учта синфдаги абонент трафиғини хосил қилади:

- юқори оқимдан қуйи оқим йўналишида: абонент фойдалана оладиган тармоғидаги кўриб чиқиладиган участкада барча NNc абонентларга VoIP трафиғи ва видеоконференция трафиғи (юқори имтиёзли хизмат кўрсатиш) нинг ўртача интенсивлиғи  $\lambda_{VoIP1H} \dots \lambda_{VoIPNH}$ , IPTV трафиғи (эшитувлар оқими ва VoD трафиклари, ўртача имтиёзли хизмат кўрсатиш) нинг ўртача интенсивлиғи  $\Lambda_{TV}$ , барча NNc абонентларга маълумотлар узатув сервис трафиғи (интернет тармоғига кириш, локал ресурслар ва бошқалар, (кичик имтиёзли хизмат кўрсатиш) нинг ўртача интенсивлиғи  $\lambda_{D1H} \dots \lambda_{D1NH}$ .

Абонент фойдалана оладиган тармоқнинг тадқиқот қилинувчи участканинг структуравий тузилиши, оммавий хизмат кўрсатиш теориясининг терминидаги кўриниши 2–расмда келтирилган.



2–расм. Абонент фойдалана оладиган оптик сегментининг модели

Пасайиб борувчи шахобчасидаги (2–расмга қаранг) буюртмалар оқими (Ethernet кадрининг бошланиши) учта фаза бўйича хизмат кўрсатилади: биринчи хизмат кўрсатиш фазаси– BRAS қурилмасида, иккинчи хизмат кўрсатиш фазаси OLT қурилмасидаги линия бўйлаб BRAS–OLT орасидаги суммавий трафикка хизмат кўрсатиш ва учинчи фаза эса – PON сегментида хизмат кўрсатиш. Расмда келтирилган ҳар бир ОХКТ (Оммавий хизмат кўрсатиш тармоғи) га кирувчи буюртма оқими келиб тушиб, унинг интервали уч параметрли Парето тақсимотини ёритиб беради [2].

Унинг хусусияти ўз навбатида тақсимлашнинг охири кўринишини бир мунча ўзгартиради ва у максимум тасодифий қийматларни кўрсатиб,  $v_a$  – охири вариация коэффиценти қийматини таъминлаб беради. Унда  $L_a$  – параметр келувчи қўшни буюртманинг келиши орасидаги максимал вақтни билдиради,  $k_a$  – параметри эса минимал вақтни билдиради. Ўзгарувчан тезликдаги пульсловчи трафик шароитида  $k_a$  параметри линия узунлигидаги бир–бири кетидан келувчи иккита қўшни импульслар орасидаги минимал интервал бўлиб, у максимал узатиш тезлигида бўлиб ўтади.  $L_a$  интервали эса иккита бош томондаги кадрлар орасидаги интервал бўлиб, ундаги охири кадр узатувчи пакетда бўлса, иккинчиси эса иккинчи пакетда бўлади.

PON сегментининг абонент трафиклари учун учинчи фазадаги хизмат кўрсатишнинг бошланғич маълумотлари қуйидагича:

- $k_{MK}$  – мультикаст гурихидаги ўртача каналлар сони;
- $\lambda_{iTV}$  – битта каналдаги IPTV эшиттириш оқимининг ўртача интенсивлиги;
- $\lambda_{VoD}$  – битта абонентнинг VoD оқимининг интенсивлиги;
- $N_0$  – PON сегментидаги VoD хизматидан фойдаланувчиларнинг жами абонентлар сони;
- $\lambda_{VoIP3}$  – VoIP трафикининг ўртача интенсивлиги;
- $\lambda_{DoIP3}$  – DoIP трафикининг ўртача интенсивлиги;

- $\bar{b}_{3VoIP}$ ,  $\bar{b}_{3IPTV}$ ,  $\bar{b}_{3D}$  – ҳар бир синф трафиғи учун ўртача хизмат кўрсатиш интервали.

ОХКТ га кирувчи буюртма оқимининг келиб тушиш интервали уч параметрли Парето тақсимотига бўйсунди, у ҳолда кириш оқимидаги интервалнинг математик кутилмаси қуйидагича[3]:

$$M_{ПЗ} = \frac{\alpha * (L * k^\alpha - L^\alpha * k)}{(1-\alpha) * (L^\alpha - k^\alpha)}, \quad (1)$$

бу ерда:  $M_{ПЗ}$  – уч параметрли Парето тақсимоти учун кириш оқимидаги интервалининг математик кутилмаси;

$\alpha$  – параметр формаси (параметр формси), ўзгариш диапазони  $1 < \alpha < 2$  ;

$L$  – тақсимланишнинг юқори чегараси;

$k$  – тақсимланишнинг қуйи чегараси.

Кириш оқимида интервалнинг ўртача квадратик оғиши қуйидаги формула билан ҳисобланади:

$$\sigma^2_{ПЗ} = \frac{\alpha}{(L^\alpha - k^\alpha)} * \left[ \frac{L^2 * k^\alpha - L^\alpha * k^2}{(2-\alpha)} - \frac{\alpha * (L * k^\alpha - L^\alpha * k)^2}{(1-\alpha)^2 * (L^\alpha - k^\alpha)} \right], \quad (2)$$

Пасайиб борувчи шахобчада 3 фаза учун умумий бирлаштирилган оқим интенсивлиғи қуйидагича топилади:

$$\Lambda_2 = (\lambda_{2H} + \lambda_{3H}) * N + \Lambda_{TV}, \quad (3)$$

бу ерда:  $\lambda_{2H}$  – пасайиб борувчи шахобчада иккинчи фазадаги оқимнинг ўртача

интенсивлиғи;

$\lambda_{3H}$  – пасайиб борувчи шахобчада учинчи фазадаги оқимнинг ўртача интенсивлиғи;

$N$  – учта синф трафик хизматларидан фойдаланувчи абонентларнинг умумий сони.

IPTV трафикнинг ўртача суммавий оқим интенсивлиғининг учинчи фазадаги қуйи оқим шахобчасидаги қийматни қуйидагича аниқлаш мумкин.

$$\lambda_{TV3} = k_{MK} \lambda_{iTV} + N_0 \lambda_{VoD}, \quad (4)$$

бу ерда:  $\lambda_{\text{IPTV}}$  – IPTV трафикнинг суммавий интенсивлиги;  
 $k_{\text{МК}}$  – IPTV мультикаст гурихидаги каналлар сони;  
 $\lambda_{\text{IPTV}}$  – битта IPTV эшиттириш оқимининг ўртача интенсивлиги;  
 $\lambda_{\text{VoD}}$  – битта абонентнинг “буюртмабўйича видео”  
 оқимининг интенсивлиги;

$N_0$  – тармоқдаги PON сегментидаги VoD хизматидан  
 фойдаланувчиларнинг жами абонентлар сони.

Кадрнинг йўқолиш эҳтимоллигини ҳисоблашнинг қуйидаги кўриниши  
 аниқланади.  $i$  – чи тугунда буфернинг хотираси тўлганда кадрнинг  
 йўқолиш эҳтимоллиги [4]:

$$P_{ni} = \frac{\rho_i^{K_i} (1 - \rho_i)}{1 - \rho_i^{1 + K_i}}, \quad (5)$$

бу ерда:  $\rho_i$  – тадқиқот қилинувчи тугуннинг юкланиши;

$K_i$  – буфер хотирасининг ҳажми.

Оммавий хизмат кўрсатиш тармоғида кадрларнинг йўқолиш  
 эҳтимоллиги қуйидагича:

$$P_{nc} = 1 - \prod_{i=1}^N (1 - \alpha_i P_{ni}), \quad (6)$$

бу ерда  $\alpha_i$  –  $i$  чи тугунда узатиш коэффиценти;

$P_{ni}$  – (5) ифода орқали топилади.

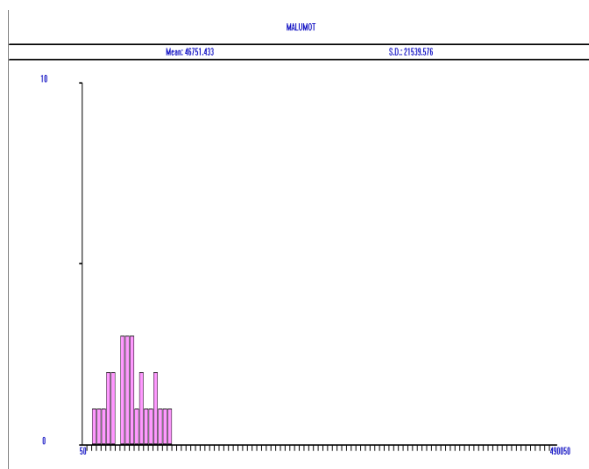
Учинчи фаза бўйича тадқиқотлар учун керак бўладиган маълумотлар 1–  
 жадвалда келтирилган.

1–жадвал

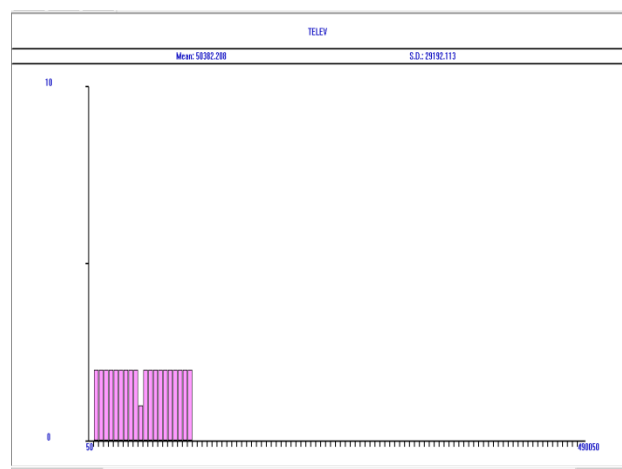
Т.р	Параметрлар номи	IPTV	VoIP	Data
1	Оқимдаги максимал тезлик, Мбит/с	120	2	2
2	Кадрнинг минимал узунлиги, бит	1024	6000	6000
3	Минимал узатиш интервалик <sub>а</sub> , мкс	8.5	20	20

4	Интервал $L_a$ , мкс (Var)	200–20	2000–80	2000–80
5	Минимал хизмат кўрсатиш интервали $k_b$ , мкс	1.3	25	25
6	Максимал хизмат кўрсатиш интервали $L_b$ , мкс	20	50	50

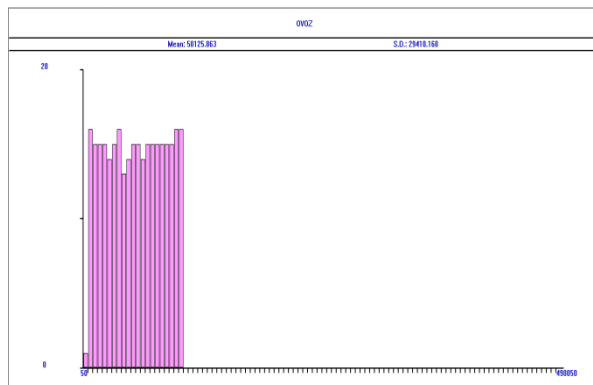
Имитацион модел асосида олинган кириш оқимининг кутиш вақтлари гистограммаси 3-расмда келтирилган.



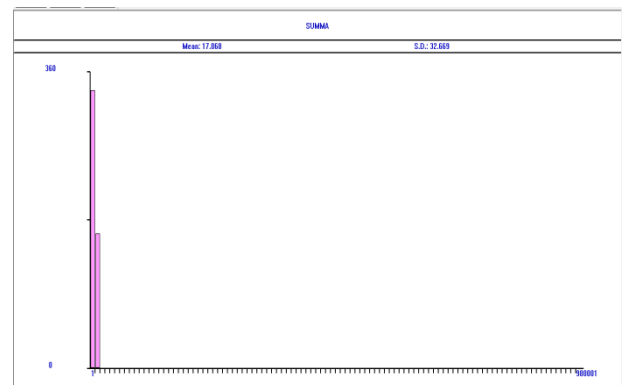
а)



б)



в)

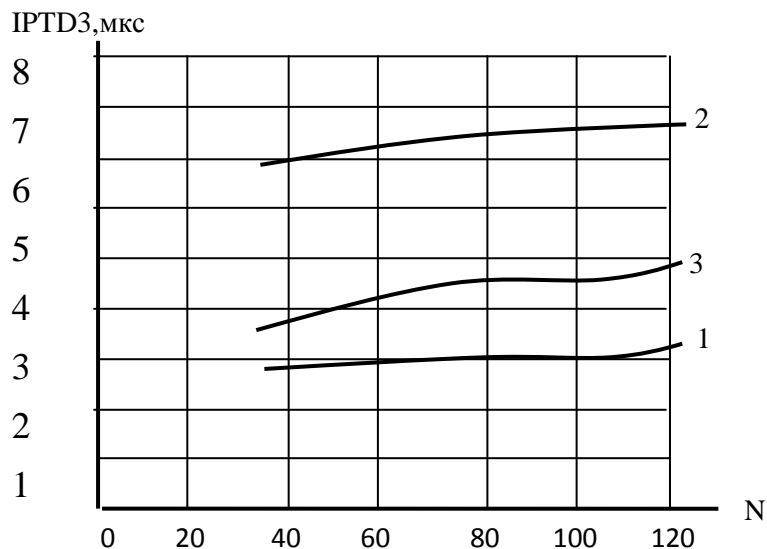


д)

3– расм. DoIP (а), IPTV (б), VoIP (в) ва умумий (д) трафикларга навбатда кутиш вақтлари гистограммаси келтирилган.

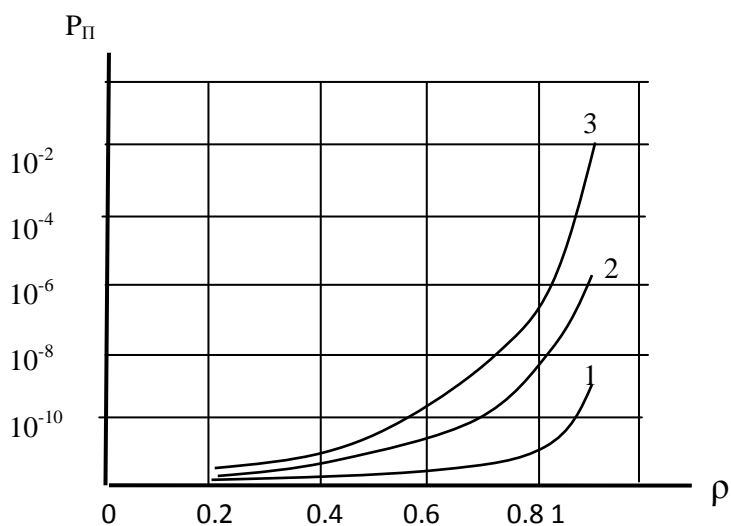


Тадқиқотланувчи пасайиб борувчи шахобчада хизмат кўрсатишнинг учинчи фаза характеристикаларининг ҳисоблаш натижалари 4 – расмда келтирилган.



4–расм. Пасайиб борувчи шахобчасида учта синфга мансуб трафикларнинг учинчи фазадаги тадқиқотланувчи қиймат натижаси

Пасайиб борувчи шахобчанинг 3 фазасида GPON сегментидаги N абонентлар сонининг ўртача кечикишга боғлиқлиги 4 – расмда эгри чизиклар билан келтирилган, 1. VoIP; 2. IPTV; 3. DoIP.



5–расм. Учтинчи фазадаги йўқатувчанлик эҳтимоллиги ( $P_{II}$ ) нинг юклама коэффициентига ( $\rho$ ) боғлиқли

5–расмда учта синфга мансуб трафиклар учун учинчи фазадаги йўқатувчанлик эхтимоллигининг юклама коэффицентига ( $\rho$ ) боғлиқли эгри чизиклари келтирилган.

### **ХУЛОСА**

Абонент фойдалана оладиган тармоқда IEEE 802–1p (Institute of Electrical and Electronic Engineers) тавсиясига асосан ҳамда IEEE 802–1 Q тавсияларига асосан пакетларга хизмат кўрсатишда юқори имтиёзга мансуб бўлган VoIP, IPTV – каби хизматлар Data хизматига қараганда кутиш вақтлари кам бўлади.

Юқоридаги расмда келтирилган эгри чизикларни таҳлил қиладиган бўлсак, унда IPTV гуруҳидаги мультикастдаги каналлар сони ошиб борган сари бошқа турдаги трафикларни кечикиш ошиб боради. Абонент участкаларида ҳозирги кунда электр кабеллар ўрнига оптик кабеллар ишлатилмоқда, шу сабабли пакетларнинг кечикиши, кутиш вақти аввалгиларга қараганда анча камайган. Фақат абонент учаскадаги қурилмаларда оптик сигнал – электр сигналга ўзгартирилган вақтда кечикишлар, йўқотишлар пайдо бўлиши мумкин. Бошқа ҳолларда бу характеристикалар сифат кўрсаткичларга сезирарли таъсир кўрсатмайди.

Телекоммуникация тармоқларининг ривожланиши хисобига хизматлардан фойдаланувчи абонентлар сони ошиб бормоқда. Шунинг учун ҳозирги кунда абонент фойдалана олиш тармоқларида асосий эътиборни модернизацияга ва лойиҳалаштиришга қаратилмоқда.

**Фойдаланилган адабиётлар:**

1. Никульский И.Е. Оптические интерфейсы цифровых коммутационных станций и сети доступа. М.: Техносфера, 2006.
2. Соколов Н.А. Сети абонентского доступа. Принципы построения / ЗАО «ИГ» «Энтер-профи», 1999.
3. Никитин А.В., Пятгаев В.О., Никульский И.Е., Филиппов А.А. Концепция построения мультисервисной сети оператора связи / Вестник связи. 2010 №5. - с. 47-49, №7. - с. 41-45.
4. Никитин А.В., Никульский И.Е., Филиппов А.А. Особенности внедрения технологий PON на сети оператора, занимающего существенные рыночные позиции / Вестник связи, 2009, №8. - с. 7-9.
5. [www.comnews.ru/](http://www.comnews.ru/) (новости телекоммуникаций).
6. [www.telekomza.ru/](http://www.telekomza.ru/) (Связь и телекоммуникации в России).