

## МАЪЛУМОТ ВА НУТҚ ХАБАРЛАРИНИ УЗАТИШНИНГ ЭҲТИМОЛЛИК ХАРАКТЕРИСТИКАЛАРИНИ ТАҲЛИЛИ

Дилбар Тургуновна Норматова

Муҳаммад ал-Хоразмий номидаги ТАТУ,

“Телекоммуникация инжиниринги” кафедраси, катта ўқитувчи

Email: [normatova\\_1972@mail.ru](mailto:normatova_1972@mail.ru)

**Аннотация:** Ушбу мақолада абонент кириш тармоғида кўпимконийликдан фойдаланган ҳолда маълумот ва нутқ хабарларини биргаликда узатишнинг эҳтимоллик характеристикалари таҳлил этилган ва уларни баҳолаш учун декомпозиция усули таклиф этилган.

**Ключевые слова:** Абонент кириш тармоқлари, Пуассон қонуни, юклама,  $P(j)$  эҳтимоллик қиймати,  $\rho_v$ ,  $\rho_d$ ,  $N_c$ .

**Abstract:** In this paper the decomposition method is proposed for probability of characteristic analysis for the voice and data transmission over the access network with using multiple access principle.

**Keywords:** Subscriber access networks, Poisson's law, upload,  $P(j)$  probability value,  $\rho_v$ ,  $\rho_d$ ,  $N_c$ .

**Аннотация:** В данной статье анализированы вероятностные характеристики совместной передачи данных и речи при множественном доступе сетей абонентского доступа и для их оценки предложен метод декомпозиции.

**Ключевые слова:** Сети абонентского доступа, Закон Пуассона, нагрузка,  $P(j)$  значение вероятности,  $\rho_v$ ,  $\rho_d$ ,  $N_c$ .

## КИРИШ

Ҳозирги кунда абонент кириш тармоғи тез суръатлар билан ривожланиш даврини бошдан кечирмоқда. Абонентларнинг мультимедиа (Internet тармоғидан фойдалана олиш, видеотасвирлар узатиш, кенг полосали алоқанинг интерфаол хизматлари ва шу каби) хизматларига талаблари сезиларли даражада кенгайди. Аҳолининг янги хизматлар турларига талабларининг ошиши узатиладиган ахборотнинг нутқ, матн, график, видео ва ҳ.к. ҳар хил турларини бирлаштириш натижасида шакллантирадиган абонент тармоғи трафиги тузилмасининг ўзгаришига сабаб бўлмоқда. Тармоқ юкламасининг ошиши замонавий алоқа тизимларида фойдаланиладиган частота спектрининг юқорироқ бўлишини талаб этади. Ажратилган частота спектрининг чекланганлиги сабабли канал ресурсларини бошқаришнинг янги ва самарали усулларига эҳтиёж пайдо бўлмоқда.

## АДАБИЁТЛАР ТАҲЛИЛИ ВА МЕТОДОЛОГИЯ

Моделлаштирилаётган абонент кириш тармоғида ҳар қандай абонентнинг каналлардан фойдалана олиши тенг имконийлик даражасига эга эканлиги кўзда тутилган. Тармоқнинг ҳар бир абоненти маълумотлар пакетини ёки нутқли ахборотни узатиш имконига эга бўлади. Овозли трафикка хизмат кўрсатиш маълумот пакетига хизмат кўрсатишга нисбатан устуворликка эга бўлганлиги сабабли пакетли маълумотларни узатишнинг узилиши назарда тутилади. Нутқли чақирувлар ва маълумотлар пакетлари Пуассон қонуни бўйича тақсимланган. Тизимда шунингдек фақат маълумотлар пакетларига хизмат кўрсатиш учун буфердан фойдаланиш мумкин. Пакетларнинг келиб тушиш жадаллиги маълумотлар пакетларининг янгидан келиб тушган ва буфердан такроран узатилган пакетлар каби аниқланади.

Ҳозирги вақтда нутқ ва маълумотларни биргаликда узатиш жараёнини тавсифлайдиган бир қатор усуллар мавжуд. Жумладан [1] ишда маълумотлар трафигини узатиш учун резервланган қўшимча каналлардан фойдаланиш мўлжалланган. [2] ишда буферсиз тизим ва пакетларни узатиш учун

резервланган каналлар кўриб чиқилган. Ушбу ҳолатда нутқли чақирувлар учун рад этишлар жадаллиги узатиладиган маълумотлар пакетлари учун хизмат кўрсатишнинг устувор узилишлари усулидан фойдаланилганлиги сабабли камаяди. Мисол учун, абонентлардан нутқли чақирувни узатиш учун талаб келиб тушса, тизим маълумотлар пакетларини узатишни тўхтатади ва ушбу канални нутқли чақирувни узатиш учун ажратади. Бундан ташқари [1] да шу нарса кўрсатиладиган буфернинг ҳажми тизимнинг сифат кўрсаткичларига таъсир этади. Иккала таклиф этилган усулларда реал алоқа тизимлари учун қўлланишни чеклайдиган қатор камчиликлар бор. Шундан келиб чиққан ҳолда, келтириб ўтилган камчиликларга эга бўлмаган ва реал мавжуд бўлган алоқа тизимларини катта аниқлик билан тавсифлаш имконига эга бўладиган янги усулларни яратиш зарурияти юзага келди.

Буфердан фойдаланган ҳолда нутқли хабарлар ва маълумотлар пакетларини биргаликда узатиш сифатининг характеристикаларини баҳолаш учун декомпозиция усули таклиф этилади. Ушбу усулнинг моҳияти шундан иборатки тадқиқ қилинаётган моделнинг ишлаш сифати характеристикаларининг ҳисобини дастлабки тизимга нисбатан анча содда тузилган ва аналитик кўринишдаги ечимга олиб келадиган алоҳида модулларнинг тегишли характеристикаларини баҳолашга келтиришдан иборатдир. Дастлабки моделга ва модулга фойдали юклама оқимларининг келиб тушиши ва уларга хизмат кўрсатиш жараёнларининг ўхшаш бўлиши модулнинг кириш параметрларини танлаш ҳисобига эришилади. Тадқиқ қилинаётган нутқли хабарлар ва пакетларни биргаликда узатиш модели учун декомпозиция усулини қўллаш хизмат кўрсатилаётган ҳар бир оқим учун характеристикаларини алоҳида ҳисоблашдан иборатдир. Нутқли хабарлар маълумотлар пакетлари узатилишини узиш имконини берадиган мутлақ устуворликка эга, шунинг учун нутқли юклама оқими характеристикаларини баҳолаш йўқотишлар билан оммавий хизмат кўрсатиш тизимининг стандарт моделлари доирасида амалга оширилади. Ушбу ҳолатда нутқли хабарни узатиш

давомийлигини тақсимлаш функцияси ихтиёрий бўлиши мумкинлигини белгилаб ўтамиз. Йўқолган нутқли хабарлар улушининг қиймати битта хабарни узатишнинг ўртача давомийлигини унинг келиб тушиш жадаллигига кўпайтмаси билан аниқланади. Маълумотлар пакетларини узатиш сифатининг характеристикаларини алоҳида баҳолаш йўлини кўриб чиқамиз. Нутқли хабарлар ва пакетларни узатиш давомийлиги ўртача бир хил ва бир хил кўринишдаги тақсимлаш функциясига эга бўлсин. Нутқли хабарлар оқими характеристикаларини мустақил ҳисоблаб чиқиш имконига эга бўлган ҳолда, каналли ресурс катталигини шундай танлаш мумкинки, у нутқли хабар йўқолишининг берилган даражасини таъминлаши керак бўлади. Кейинги тузилишларда нутқли хабарлар йўқолишининг эришилган кичик даражасидан, шунингдек пакетлар ва нутқли хабарларни узатиш вазиятлари бир хил содир бўлиш шароитидан фойдаланамиз. Ушбу шароитларда етказилган пакетлар улушининг тизимда бўлишининг ўртача вақтини баҳолаш учун иккала мавжуд бўлган юклама оқимини бирлаштириш ва уларни узатишни кутиш модели доирасида кўриб чиқиш таклиф этилади. Бирлаштирилган оқимнинг ҳар бир чақируви, аввал нутқли хабар ёки маълумотлар пакети бўлишидан қатъий назар, хизмат кўрсатишда рад этилгандан кейин кутишга қўйилади, агарда бўш жой бўлса, ёки қайта тикланмасдан йўқолади. Пакетни етказиш эҳтимолини ва тизимда пакетларнинг маълум вақтга бўлишининг ўртача вақтини баҳолашда ҳисоблаш алгоритмининг тадбиқ қилиш нутқ хабарлари ва пакетларга хизмат кўрсатиш вақтини тақсимлаш хусусияти билан аниқланади ва биргаликда узатишнинг муайян моделларини кўриб чиқишда тадқиқ қилинади.

Аввалом бор нутқ узатиш жараёнини кўриб чиқамиз. Нутқли хабарларни узатиш жараёнининг маълумотлар пакетининг келиб тушиши ва уларга хизмат кўрсатиш жараёнига боғлиқ бўлмаганлиги сабабли тизим характеристикаларини баҳолаш хизмат кўрсатиш мумкин бўлмаган чақирувларнинг йўқолишлари билан бўлган телетрафика назариясининг стандарт модели доирасида амалга оширилади. Ушбу ҳолатда нутқли

чақирувларнинг фақат бир турдаги йўқотишлари мавжуд, яъни янги келиб тушадиган талаблар учун каналли ресурсларнинг етишмаслиги натижасида юзага келадиган йўқотишлар мавжуд. Узатиш учун бўш каналларнинг бўлмаганлиги туфайли йўқолган нутқли юклама хабарларининг улуши Эрланг формуласи билан аниқланади:

$$P_{rad,v} = \frac{\left( \frac{\rho_v^{N_c}}{N_c!} \right)}{\sum_{k=0}^{N_c} \left( \frac{\rho_v^k}{k!} \right)}$$

(1)

бу ерда  $N_c$  – тизимдаги каналларнинг умумий миқдори. Овозли чақирувлар ва маълумотлар пакетлари Пуассон қонуни бўйича тақсимланган ва тизимга  $\lambda_v$  ва  $\lambda_d$  мос равишда жаддаллик билан келиб тушади. Талабларга хизмат кўрсатишнинг ўртача вақти  $1/m_v$  ва  $1/m_d$  бўлади. Нутқли юклама  $\rho_v = \lambda_v/m_v$ , Эрлангда ифодаланган. Нутқли хабарларни узатиш билан банд бўлган тизим каналларининг ўртача сони,

$$L_{ort} = \rho_v (1 - P_{rad,v})$$

(2)

Энди эса маълумотларни узатиш жараёнини кўриб чиқамиз. Маълумотлар пакетларини узатишни кўриб чиқамиз. Ушбу усул шунга асосланганки, нутқли хабарни узатиш жараёнида каналлар сони шундай танланганки, унда йўқолган нутқли хабарлар улуши жуда кичик бўлсин. Нутқли хабарларнинг келиб тушадиган оқимларини ва маълумотлар пакетларини битта дастлабки моделга бирлаштирган ҳолда ёрдамчи моделни қурамиз. Ёрдамчи модел учун ҳисоблаб чиқилган йўқолган пакетлар улуши ва пакетларнинг тизимда бўлишининг ўртача вақти дастлабки моделнинг тегишли характеристикалари учун юқори баҳо чегараси ҳисобланади. Дастлабки моделда нутқли хабар йўқолган бўлиб ҳисобланган пакет ёрдамчи моделда кутиш учун навбатга туради ва айрим кечикиш билан узатилиши мумкин. Шундай қилиб, ёрдамчи моделда дастлабки

моделга нисбатан, тегишли баҳоларнинг юқори характери таъминлаган ҳолда, катта бўлган юклама ҳажми узатилади. Йўқолган пакетлар улушининг топилган баҳоси нутқли хабарлар йўқолишининг кичик катталигини ҳисоблашларнинг биринчи босқичида эришиладиган ҳақиқий қийматга яқин бўлади.

Маълумотлар пакетларининг характеристикаларини баҳолаш учун фойдаланиладиган моделнинг ишлаш схемаси қуйидагича бўлади. Бизда  $N_c$  алоқа тизими маълум бўлиб унга  $\lambda_v + \lambda_d$  жадаллик билан маълумотлар пакетининг Пуассон оқими келиб тушади. Пакетни узатиш вақти бир хил узунликда бўлиб  $1/m_v$  га тенг бўлади. Йиғинди юкломани  $\rho_d = (\lambda_v + \lambda_d)/m_v$  деб белгилаймиз. Тизимда  $B$  ўлчамли буфердан фойдаланилади. Агар барча мавжуд бўлган узатувчи линия сифими банд бўлса, унда пакет кутиш жойининг биттасини банд қилади.

## НАТИЖАЛАР

Дастлабки модел учун киритилган ахборот оқимларини биргаликда узатиш сифатининг характеристикаларини баҳолаш учун  $P(j)$  эҳтимоллик қиймати орқали аниқланадиган ёрдамчи моделнинг тегишли кўрсаткичларининг қийматидан фойдаланамиз.

Агар  $P(j)$  – стационар ҳолатда моделда узатиш ёки кутишда бўлган  $j$  маълумотлар пакетларига эга бўлган эҳтимоллик ҳисобланса, у ҳолда:

$$P(j) = \begin{cases} P(0) \frac{\rho_d^j}{j!}, & 1 \leq j \leq N_c; \\ P(0) \frac{\rho_d^j}{N_c! N_c^{j-N_c}}, & N_c \leq j \leq N_c + B; \end{cases}$$

(3)

$$P(0) = \left[ \sum_{j=1}^{N_c-1} \frac{\rho_d^j}{j!} + \frac{\rho^{N_c}}{N_c!} \sum_{N=1}^B \left( \frac{\rho}{N_c} \right)^s \right]^{-1}$$

(4)

Барча каналли ресурслар банд бўлганлиги сабабли, йўқолган маълумотлар пакетининг улуши  $P_{rad,d}$  билан баҳоланади. У Пуассон типдаги пакетлар бўлганлиги учун  $N_c+B$  пакетларга хизмат кўрсатилиши ва кутилиши учун бўлган ҳолатда соддалаштирилган моделни бўлиш вақтининг улуши каби аниқланади

$$P_{rad,d} = P(N_c + B)$$

(5)

Устувор нутқли хабар билан келиб тушган линия бўйича маълумотлар пакетларини узатиш узилганлиги ва  $P_{rad,uzish}$  кутиш жойига эга бўлган барча  $B$  банд бўлганлиги сабабли йўқолган маълумотлар пакетларининг улуши соддалашган моделда тегишли ҳодисалар жадалликка нисбатан баҳоланади

$$P_{rad,uzish} = \frac{\lambda_v P(N_c + B)}{\lambda_d}$$

(6)

$P_{rad,umum}$  маълумотларнинг йўқолган пакетларининг умумий улушининг қиймати юқорида келтирилган сабаблар бўйича йўқолган пакетлар улушининг суммаси каби баҳоланади

$$P_{rad,umum} = P_{rad,d} + P_{rad,uzish}$$

(7)

Муваффақиятли етказилган  $P_{muvf}$  маълумотлар пакетларининг улуши  $P_{rad,umum}$  га қўшимча катталиқ каби баҳоланади.

$$P_{muvf} = 1 - P_{rad,umum} \quad (8)$$

Маълумотлар пакетларини узатиш учун банд бўлган  $M_d$  каналларнинг ўртача сони, шунингдек маълумотлар пакетлари билан банд бўлган  $M_{d\omega}$  кутиш жойининг ўртача сони тегишли ўртача қиймати каби аниқланади:

$$M_d = \sum_{j=1}^N P(j)j + N_c \sum_{j=N_c+1}^{N_c+B} P(j) - L_{o'rt}$$

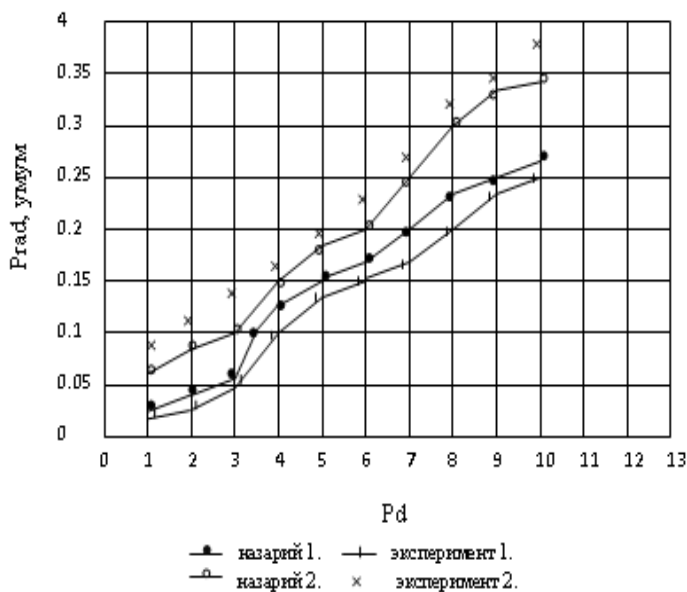
(9)

$$M_{d\omega} = \sum_{j=N_c+1}^{N_c+B} P(j)(j - N_c)$$

Пакетларнинг кутиш ва узатишда бўлишининг ўртача вақти  $T_d$  Литтл формуласи бўйича топилади [3]:

$$T_d = \frac{M_d + M_{d\omega}}{\lambda_d}$$

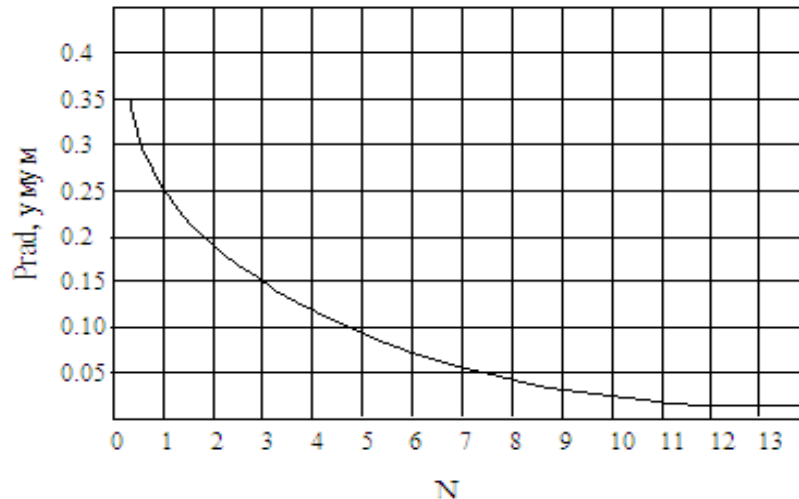
(10)



1-расм. Рад этиш эҳтимолининг пакетлар юкламасига боғлиқлиги

Тизимда  $N_c=30$ ,  $M=2$  аб. кўзда тутилган.





2-расм. Рад этиш эҳтимолининг каналлар сонига боғлиқлиги

## МУҲОКАМА

Абонент кириш тармоқларини лойиҳалаштиришда таклиф этилган усуллардан фойдаланиш мумкинлигини аниқлаш учун имитацион моделлаштириш дастури ишлаб чиқилган. Ушбу ҳолатда имитацион моделлаштириш аналитик моделлар ёрдамида олинган натижаларнинг юзага келадиган хатоликларини баҳолаш учун қўлланилади. Имитацион моделлар учун характеристикалар қийматини тегишли ҳодисаларни ҳисоблагичларни ҳисоблаб чиқиш йўли билан топиш мумкин. Ҳисоблашларни амалга оширишда  $\rho_v$ ,  $\rho_d$ ,  $N_c$  кириш параметрларининг қиймати ва  $M$  абонентлар сони танланади. Кейин имитацион ва ҳисоблаш модели характеристикаларининг айрим диапазонда асосий параметрларидан бири ўзгаришига боғлиқлиги таҳлил қилинади.

$P_{rad,umum}$  рад этиш эҳтимолининг  $\rho_v=0,1$  Эрл/абон.,  $\rho_d=4$  кбит/с/абон.,  $M=2$  аб. қайд этилган кириш параметрларида «нутқ-маълумотлар» узатишнинг биргаликдаги режимида  $N_c$  каналлар сонига боғлиқлигини кўрамыз. 1-расмда математик моделнинг (1 назария) келтирилган формулалари бўйича ҳисоблаб чиқилган эҳтимоллиқнинг тақсимланиши ва имитацион моделлаштириш дастури ёрдамида олинган натижалар асосида боғлиқлик(1 эксперимент) келтирилган.

Кейин  $P_{\text{rad,umum}}$  кутиш учун жойларнинг турли қийматларида ( $B=0$  (назария ва 1 эксперимент),  $B=20$  (назария ва 2 эксперимент)) узатишнинг бирлаштирилган режимда  $\rho_d$  келиб тушадиган пакетларнинг йиғинди юкламасига боғлиқлиги таклиф этилади.

## ХУЛОСА

Олинган натижалар абонент кириш тармоқларининг сифат кўрсаткичларини ҳисоблаш учун тақдим этилган усулни қўллаш имконияти мавжудлигини кўрсатади. Ҳисоблашнинг ушбу алгоритмидан фойдаланганлиги сабабли етарлича аниқлик билан пакетли трафикка хизмат кўрсатиш учун зарур бўлган каналлар миқдорини аниқлаш имконияти пайдо бўлди. Аввал телекоммуникация операторларига ускунани эксплуатация қилиш тажрибаси ва тахминий юкламалардан келиб чиққан ҳолда, тармоқда ўта юкланишларга йўл қўймаслик учун аҳамиятли захира билан каналли ресурсларни ажратишга тўғри келарди. Ушбу усулдан фойдаланиш натижасида абонент кириш тармоғининг ўтказувчанлик имкониятида эришилган ютуқ ҳисоблашнинг ушбу усулидан фойдалана олиш кириш тармоғининг каналли ресурсларидан самарали фойдаланиш имконини беришини тасдиқлаши мумкин. Шу билан бирга кириш тармоғи учун ускунани сотиб олиш ва эксплуатация қилиш учун сарфланадиган харажатларни қисқартиради.

## АДАБИЁТЛАР РЎЙХАТИ

1. Никитин Г.И. Применение функций Уолша в сотовых системах связи с кодовым разделением каналов. – Санкт-Петербург: СПбГУАП, 2003. – 86 с.
2. Бабков В.Ю., Вознюк М.А., Никитин А.Н., Сиверс М.А. Системы связи с кодовым разделением каналов. – С.-Пб.: С.-Пб ГУТ, 1999. – 120 с.
3. Смирнов Н.И., Сивов В.А. Кодовое разделение каналов (CDMA) - генеральное направление развития систем связи XXI века // Мобильные системы. - 2001. - N