

Հ.Ա. ԳՈՄՅՅԱՆ, Գ.Կ. ԵՂՈՅԱՆ, Հ.Դ. ՀՈՒՄԻԿՅԱՆ

ՇԱՐԺԱԿԱՆ ԿԱՊԻ ՀԱՄԱԿԱՐԳԻ ԲԶՋԱՅԻՆ ՏԱՐԱԾՔԻ ԿԱՊՈՒՂԻՆԵՐԻ ԹՎԻ ԵՎ ԲԱԺԱՆՈՐԴՆԵՐԻ ՔԱՆԱԿԻ ՄԻՆԹԵԶԻ ՄԵԹՈԴԻ ՄՇԱԿՈՒՄԸ

Հավանականային մոդելով մշակվել է մեթոդ, որի միջոցով որոշվել են բջջային կապի համակարգի բջջային տարածքի կապուղիների միջին արժեքը, ստանդարտ շեղումը և կապուղիների անբավարարության ռիսկը:

Առանցքային բառեր. բջջային կապ, բջջային տարածք, բաշխման ֆունկցիա, կապուղու թողունակություն, ստանդարտ շեղում:

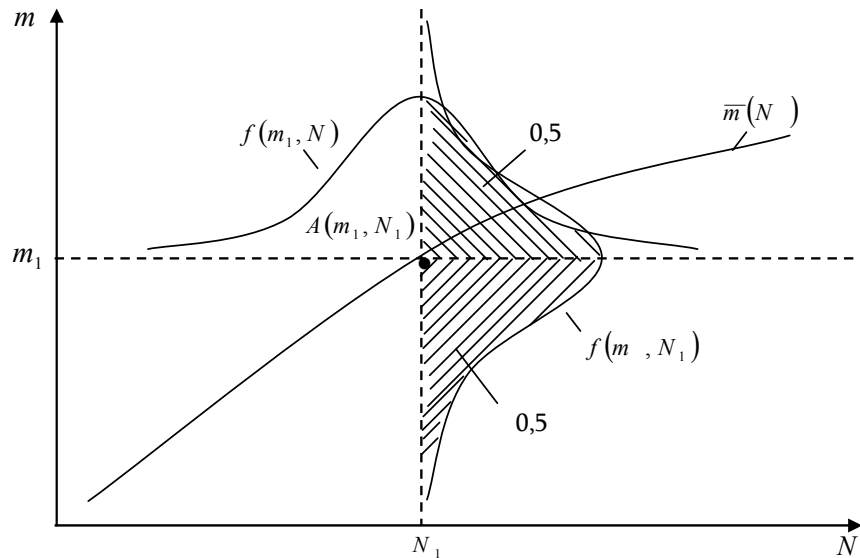
Գոյություն ունեցող բջջային հեռախոսային համակարգերի (ԲՀՀ) կապուղիների վերլուծությունը ցույց է տալիս, որ այդ համակարգերի ոչ բոլոր հնարավորություններն են ամբողջությամբ օգտագործվում: Խնդիրն այն է, որ յուրաքանչյուր տեխնիկական մակարդակին համապատասխանում է կապուղիների ինչ-որ միջին խտություն, որից ցածր խտության դեպքում տվյալ տեխնիկական մակարդակի կապուղիները ամբողջությամբ չեն օգտագործվում, իսկ բարձրի դեպքում կապուղիները չեն բավարարում, այսինքն՝ տվյալ տեխնիկական մակարդակը պիտանի չէ: Այդ պատճառով անհրաժեշտ են մաթեմատիկական մոդելներ, որոնցից օգտվելով հնարավոր կլինի վերլուծել բջջային հեռախոսային համակարգի կապուղիների թողունակությունը և տարբեր որոշումների հետևանքները համակարգի բնութագրերի վրա [1]:

Շարժական կապի համակարգի (ՇԿՀ) բջջային տարածքների (ԲՏ) կապուղիների թվի և բաժանորդների քանակի սինթեզը լուծվում է երկու փուլով:

Առաջին փուլում որոշվում է ԲՏ-ի բաժանորդների N_1 քանակը, որոնք կարող են անխափան կապի մեջ մտնել՝ առանց կանչերի արգելակման, իսկ երկրորդում՝ ԲՏ-ի կապուղիների m_1 թիվը [1,2] (նկ.): Ներկայացնենք յուրաքանչյուր փուլն առանձին խնդրի ձևով:

ԲՏ-ի բաժանորդների քանակի ընտրության ժամանակ հարկ է լինում հաշվի առնել բազում գործոններ: Մասնավորապես, որքան շատ բաժանորդներ կան մեկ ԲՏ-ում, այնքան փոքր է ԲՏ-երի քանակը, մեծ է գործող կապուղիների գումարային թիվը և բջջային տարածքների միջև եղած կապերի թիվը: Մյուս կողմից՝ ԲՏ-երի բաժանորդների քանակի աճի հետ մեծանում է յուրաքանչյուր ԲՏ-ի կապերի քանակը, փոքրանում է ԲՏ-ի միասնականացման աստիճանը, վատանում է հուսալի կապի հավանականությունը և այլն: Վերոհիշյալ և այլ գործոնների հիման վրա ընտրվում է ԲՏ բաժանորդների որոշակի քանակ: Սակայն անկախ այն բանից, թե ինչ նկատա-

ռումներով և ինչ քանակ է ընտրվել ԲՏ-ի N_1 բաժանորդների համար, միշտ անհրաժեշտ է նրանց ապահովել անխափան կապով:



Նկ. Կապուղիների m թվի կախումը բաժանորդների N քանակից. աշխատանքային $A(m_1, N_1)$ կետն ընտրված է $\overline{m}(N)$ կորի վրա

Ինչպես ցույց են տվել [1] վերլուծության արդյունքները, հիմնական գործոններից մեկը, որն ազդում է ԲՏ-ի բաժանորդների սպասարկման անխափան կապին, ԲՏ-ի կապուղիների m_1 թիվն է: Խնդիրն այն է, որ N_1 քանակի բաժանորդների պահանջարկի կապուղիների $\overline{m}(N)$ թիվը պատահական մեծություն է: Սա նշանակում է, որ բաժանորդների միևնույն քանակով տարբեր ԲՏ-ների համար ընդհանուր դեպքում պահանջվում են կապուղիների տարբեր քանակներ: Հետևաբար, այն դեպքում, երբ բաժանորդների N_1 քանակի պահանջվող կապերի թիվն ավելի մեծ կլինի, քան ԲՏ-ի կապուղիների m_1 թիվը, ապա ԲՏ-ի ոչ բոլոր բաժանորդների կապերը կիրականան: Այսպիսով, ԲՏ-ի կապուղիների բավարարման (կանչերի իրականացման) հավանականությանը կարելի է իրականացնել որպես այն բանի հավանականություն, որ ըստ բաժանորդների N_1 քանակի՝ պահանջվող կապերի թիվը կլինի ոչ ավելի, քան ԲՏ-ի կապուղիների m_1 թիվը (նկ.1)՝

$$P_n = P[m(N_1) \leq m_1] = P(N_{\text{միջ}} = N_1), \quad (1)$$

որտեղ $N_{\text{միջ}}$ -ԲՏ-ի բաժանորդների միջին քանակն է:

Արտահայտելով այդ հավանականությունը բաժանորդների N_1 քանակի պահանջվող կապուղիների թվի բաշխման խտությամբ՝ կունենանք.

$$P_n = \int_0^{m_1} f(m, N_1) dm, \quad (2)$$

որտեղ $f(m, N_1)$ -ը մակերևույթի հավասարումն է (նկ.1) [2-4]:

Օգտվենք ՔՏ-ի կապուղիների թվի պակասի ռիսկ հասկացությունից, որը ներկայացնում է այն բանի հավանականությունը, որ N_1 քանակությամբ բաժանորդներից պահանջվող կապուղիների թիվն ավելի մեծ կլինի, քան առկա կապուղիների թիվն է.

$$R = P[m(N_1) > m_1] = 1 - P_n: \quad (3)$$

Ինչպես հետևում է (2)-ից և (3)-ից, որքան մեծ է կապուղիների m_1 թիվը, այնքան փոքր է նրանց պակասի ռիսկը, հետևաբար, այնքան մեծ է բոլոր բաժանորդներին անխափան կապով սպասարկելու հավանականությունը: Որպեսզի ՔՏ բոլոր բաժանորդներին ապահովենք հուսալի կապով, պետք է կապուղիների անբավարարության ռիսկը հասցնենք զրոյի:

Համաձայն ՇԿՀ-ի բաժանորդների կապվածության հավանականային մոդելի՝ $m(N_1)$ -ն ունի հավանականությունների նորմալ բաշխում: Դա նշանակում է, որ ցանկացած m_1 վերջավոր արժեքի համար, (2)-ի և (3)-ին համաձայն, $P_n < 1, R > 0$:

Սակայն հայտնի է [5], որ ցանկացած նորմալ բաշխման x պատահական մեծության համար, որի մաթեմատիկական սպասումը m_x է, ստանդարտ շեղումը՝ σ_x , տոկոսի տասնորդական մասի ճշտությամբ իրավացի են հետևյալ արտահայտությունները՝

$$\begin{cases} P(x < m_x) = 0,5, \\ P(x < m_x + \sigma_x) = 0,84, \\ P(x < m_x + 2\sigma_x) = 0,98, \\ P(x < m_x + 3\sigma_x) \approx 1: \end{cases} \quad (4)$$

Սրա հիման վրա կարելի է որոշել տրված N_1 բաժանորդների քանակով ՔՏ-ի կապուղիների m_1 թիվը, որն ապահովում է կապուղիների պակասի ռիսկի սնեռված արժեքը՝

$$\begin{cases} m_1(R = 0.5) = \overline{m}(N_1), \\ m_1(R = 0.16) = \overline{m}(N_1) + \sigma_m(N_1), \\ m_1(R = 0.02) = \overline{m}(N_1) + 2\sigma_m(N_1), \\ m_1(R = 0) = \overline{m}(N_1) + 3\sigma_m(N_1), \end{cases} \quad (5)$$

որտեղ $\overline{m}(N_1)$, $\sigma_m(N_1)$ -ը համապատասխանաբար N_1 բաժանորդների կապուղիների թվի միջին արժեքն ու ստանդարտ շեղումն են:

Ինչպես հետևում է (5)-ից՝

$$m_1(R = 0) = \overline{m}(N_1) + 3\sigma_m(N_1) : \quad (6)$$

Այս դեպքում ապահովվում է կապուղիների թվի պակասի գրոյական ռիսկը, հետևաբար և ԲՏ-երի լցման առավելագույն գործակիցը: Կապուղիների թվի հետագա մեծացումն իմաստ չունի, քանի որ այն բանի հավանականությունը, որ ԲՏ-ի կապուղիների թիվը $[\overline{m}(N_1) + 3\sigma_m(N_1)]$ -ից մեծ կլինի, գործնականորեն հավասար է զրոյի:

Սյուս կողմից՝ առանց նկատելի կորստի կարելի է նվազեցնել կապուղիների թիվը ստանդարտ շեղման մեծության չափով: Ըստ որում, (5)-ի համաձայն՝ ԲՏ-ի բաժանորդների N_1 քանակի սպասարկման հավանականությունը կկազմի 0,98, իսկ կապուղիների թվի պակասի ռիսկը՝ ընդամենը 0,02: Դա նշանակում է, որ բոլոր ԲՏ-երի միայն երկու տոկոսի դեպքում կարող է կապուղիների թիվն ավելի փոքր լինել, քան պահանջվում է, որ բաժանորդները լրիվ կապի մեջ մտնեն: Դա գործնականորեն չի ազդում ՇԿՀ-ի ԲՏ-ների միջին լցվածության վրա: Այսպիսով, կարելի է հանձնարարել ՇԿՀ-ի ԲՏ-ի կապուղիների թվի ընտրության հետևյալ սկզբունքը՝

$$m_1 = \overline{m}(N_1) + (2 \div 3)\sigma_m(N_1) : \quad (7)$$

Մասնավորապես, եթե $\overline{m}(N_1)$ և $\sigma_m(N_1)$ կախվածությունները որոշվում են համապատասխանաբար $m(N) = m_0 N^\alpha$, $\sigma_m(N) = \sigma_0 N^\alpha$ բանաձևերով, ապա ԲՏ-ի կապուղիների պահանջվող թվի որոշման արտահայտությունն ընդունում է հետևյալ տեսքը՝

$$m_1 = [m_0 + (2 \div 3)\sigma_0] N_1^\alpha, \quad (8)$$

որտեղ m_0, σ_0 - ն համապատասխանաբար ԲՏ-ի մեկ բաժանորդի պահանջվող կապուղու թվի միջին արժեքն ու ստանդարտ շեղումն է, N_1 -ը՝ ԲՏ-ի ազդեցության դաշտում գտնվող բաժանորդների քանակը, α - ն՝ կապուղիների խտության գործա-

կիցը, $0,1 \leq \alpha \leq 0,8$ [1]: $\mathcal{F}\mathcal{S}$ -ի կապուղիների թվի նման ընտրության դեպքում դրանց չբավարարելու ռիսկը կազմում է $R \approx 0 \div 0,02$, և գործնականորեն ապահովվում են $\mathcal{F}\mathcal{S}$ -ի բաժանորդների N_1 քանակի հուսալի կապը, $\mathcal{F}\mathcal{S}$ -երի քանակի և նրանց լցման գործակցի, ինչպես նաև միջբջջային տարածքների կապուղիների գումարային քանակը ՇԿՀ -ում:

Եզրակացություն

1. Այն հավանականությունը, որ $\mathcal{F}\mathcal{S}$ -ի բաժանորդների N քանակի պահանջարկի կապուղիների m թիվը մեծ է, քան $\mathcal{F}\mathcal{S}$ -ի գործող կապուղիների թիվը, կարելի է դիտարկել որպես $\mathcal{F}\mathcal{S}$ -ի կապուղիների անբավարարության ռիսկ:

2. $\mathcal{F}\mathcal{S}$ -ի բաժանորդների ֆիքսված քանակի դեպքում կապուղիների թվի աճի հետ նրանց անբավարար լինելու ռիսկը նվազում է: Ըստ որում, ՇԿՀ-ի $\mathcal{F}\mathcal{S}$ -երի լցման գործակիցը մեծանում է, և փոքրանում են $\mathcal{F}\mathcal{S}$ -երի թիվն ու $\mathcal{F}\mathcal{S}$ -ի գործող կապուղիների (թողունակությունների) գումարային քանակը:

3. $\mathcal{F}\mathcal{S}$ -ի սինթեզի ժամանակ պետք է ձգտել նրա կապուղիների թվի անբավարար լինելու ռիսկերի փոքրացմանը:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՑԱՆԿ

1. **Գումջյան Հ.Ա., Հուսիկյան Լ.Դ.** Բջջային կապի համակարգի դետերմինիստական և հավանականային մոդելների համարժեքության վերլուծությունը // ՀՀ ԳԱԱ և ՀՊՀՀ ՏԵՂԵԿԱԳԻՐ. Տեխնիկական գիտությունների սերիա. - 2009. - Հատոր LXII, N1. - էջ 76-84:
2. **Усикян О.Д.** Метод определения количества каналов связи мобильных телефонных систем // Материалы 9-й Международной молодежной научно-технической конференции. “Современные проблемы радиотехники и телекоммуникации РТ-2013”. - Севастополь, 2013.- С. 135.
3. **Husikyan L.D.** Probability Model of the Mobile System's Channel Capacity // Proceedings of the 7th international conference “Computer Science and Information Technologies.”- Yerevan, 2009. - P. 154-155.
4. **Գումջյան Հ.Ա., Հուսիկյան Լ.Դ.** Բջջային կապի համակարգի հավանականային մոդելի վերլուծությունը // Հայաստանի ճարտարագիտական ակադեմիայի ԼՐԱԲԵՐ (ՀՃԱԼ). - Երևան, 2009.- Հատոր 5, N4. - էջ 561-564:
5. **Вентцель Е.С.** Теория вероятностей. – М.: Наука, 1962. – 564 с.

ՀՊՀՀ (ՊՈԼԻՏԵԽՆԻԿ): Նյութը ներկայացվել է խմբագրություն 12.05.2013:

О.А. ГОМЦЯН, Г.К. ЕГОЯН, О.Д. УСИКЯН

**РАЗРАБОТКА МЕТОДА СИНТЕЗА КОЛИЧЕСТВА АБОНЕНТОВ И ЧИСЛА
КАНАЛОВ СОТОВЫХ ЗОН ПОКРЫТИЯ СИСТЕМЫ МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ**

С использованием вероятностной модели разработан метод, с помощью которого определяется среднее значение каналов связи мобильных телефонных систем, стандартным отклонением которого обеспечивается риск нехватки каналов.

Ключевые слова: сотовая связь, сотовая зона покрытия, функция распределения, пропускная способность канала, стандартное отклонение.

H.A. GOMTSYAN, G.K. YEGHOYAN, H.D. HUSIKYAN

**DEVELOPING A METHOD FOR SYNTHESISING THE NUMBER OF CHANNELS
AND THE QUANTITY OF USERS IN THE AREA OF MOBILE COMMUNICATION
SYSTEM**

By using the probability model, a method allowing to determine the average values of the mobile communication channels, the standard deviation and the risk of the channel insufficiency is developed.

Keywords: mobile communication, mobile area, distribution function, channel transmittance, standard deviation.