

Skirtingo tipo paraiškų įtakos telekomunikacijų tinklo darbingumui įvertinimas

R. Gedmantas, A. Jarutis

Telekomunikacijų katedra, Kauno technologijos universitetas,

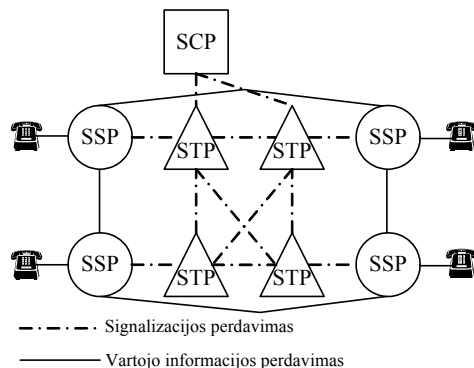
Studentų g. 50, LT-51368 Kaunas, Lietuva, tel. +370 37 300030, el. p. remigijus.gedmantas@ktu.lt

Įvadas

Naujų technologijų teikiamos galimybės iš vienos pusės ir intelektualiujų paslaugų poreikio augimas iš kitos sudarė prielaidas kurti intelektualųjį tinklą bendrojo telefono tinklo pagrindu. Susidomėjimas intelektualiuoju tinklu pagrįstas pranašumais, kuriuos gauna tinklo operatoriai, paslaugų teikėjai, abonentai ir vartotojai.

Esamuose tinkluose papildomos paslaugos teikiamos, paslaugos intelektą įdiegiant į komutacines sistemas ar įrengiant papildomus mazgus. Laikantis šio tradicinio požiūrio, įdiegiant naujas paslaugas arba modifikuojant esamas, reikia papildyti kiekvienos stoties programinę ir aparatinę įrangą.

Intelektualiojo tinklo architektūrinė koncepcija numato paslaugoms realizuoti reikalingo intelekto koncentraciją išskirtuose tinklo mazguose, prieinamuose iš bet kurio tinklo mazgo. 1 pav. pateikta fizinė IN tinklo architektūra, kurią sudaro keturi paslaugos komutavimo mazgai SSP sujungti per signalizacijos pernašos mazgus STP su paslaugos valdymo mazgu SCP.



1 pav. Fizinė IN tinklo architektūra [1]

Pagal IN koncepciją telefono tinkle įrengiami papildomi mazgai, o esami papildomi naujais funkciniais blokais. Įdiegiant tinkle naujas paslaugas, svarbu įvertinti papildomą apkrovą, sukuriama kai kuriems esamo tinklo ištekliams.

Darbe pateiktas intelektualiujų paslaugų įtakos esamam telekomunikacijų tinklui analitinis įvertinimas. Tiriama dviejų IN mazgų SSP ir SCP sąveika. Stebima, kaip kinta SSP mazgo darbingumo ir tinklo teikiamų

paslaugų kokybinės charakteristikos tinkle, atsiradus intelektualiosioms paslaugoms, išlaikant pastovų ateinančių paraiškų intensyvumą.

Srauto analizei IN tinkle būtina įvertinti visus veiksnius, turinčius įtakos intelektualiojo tinklo paraiškų aptarnavimui (tarp jų vėlinimus, susidarantį intelektualiojo tinklo mazguose, paraiškos neaptarnavimo tikimybę).

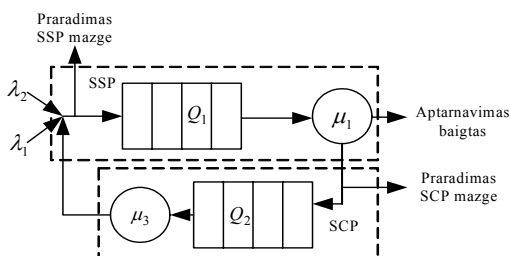
Analitinių IN tinklų modeliams sudaryti dažnai naudojami klasikiniai masinių aptarnavimo sistemų modeliai. [2, 3] darbuose pateikti IN modeliai SSP ir SCP mazgų sąveikai tirti. Jiems sudaryti panaudota M/M/n/K/K sistema. Laikomasi apribojimo, kad tik viena atskiro vartotojo (SSP mazgo) paraiška gali būti perduota aptarnavimo įrenginiui (SCP mazgui). Realiam IN tinkle vienas SSP mazgas gali siųsti paraiškas SCP mazgui nepriklausomai nuo to, ar prieš tai nusiųsta paraiška buvo aptarnauta, ar ne.

IN modelio formalus aprašymas

IN modelis apima dviejų IN tinklo mazgų – SSP ir SCP sąveiką. Į SSP mazgą, kuris turi vieną aptarnavimo įrenginį ir vieną buferį, patenka paprastosios ir intelektualiosios paraiškos. Dažniausiai telekomunikacijų tinkluose į sistemą ateinančių paraiškų srautai yra puasoniniai [4]. Todėl ateinančių paraiškų pasirodymo momentai modelyje bus pasiskirstę pagal eksponentinius dėsnius. Paprastųjų paraiškų srauto intensyvumais λ_1 , o intelektualiujų – λ_2 . Į SSP mazgą atėjusias paraiškas aptarnauja SSP įrenginys. Paraiškų aptarnavimo trukmės SSP įrenginyje pasiskirsčiusios pagal eksponentinį dėsnį. Vidutinė paraiškos aptarnavimo trukmė T_1 . Jei atėjus paraiškai SSP mazgo aptarnavimo įrenginys yra užimtas, paraiška patenka į SSP buferį. Jei SSP buferis yra pilnas, paraiška atmetama. SSP aptarnavimo įrenginys nustato paraiškos tipą. Jei aptarnauta paraiška paprasta, ji išeina iš sistemos, jei intelektual – persiunčiama SCP mazgui. Aptarnavęs paraišką, SSP aptarnavimo įrenginys ima iš buferio pirmiausiai atėjusią paraišką (FIFO eilės aptarnavimo disciplina), jei buferis tuščias, laukia kitos ateinančios paraiškos.

Į SCP mazgą atėjusias paraiškas aptarnauja SCP įrenginys (įvykdo atitinkamos paslaugos logiką). Paraiškų

aptarnavimo SCP aptarnavimo įrenginyje trukmė pasiskirsčiusi pagal eksponentinį dėsnį. Vidutinė paraiškos aptarnavimo trukmė T_2 . Jei atėjus paraiškai SCP mazgo įrenginys yra užimtas, paraiška patenka į SCP buferį. Jei buferis yra pilnas, paraiška atmetama. Aptarnavęs paraišką, SCP įrenginys ima iš SCP buferio pirmiausiai atėjusią paraišką, o jei SCP buferis tuščias, laukia kitos ateinančios paraiškos. Intelektualiajai paraiškai perėjus SCP mazgą, pasikeičia jos tipas. Paraiška tampa paprastą ir grįžta į SSP mazgo įėjimą.



2 pav. IN tinklo modelis

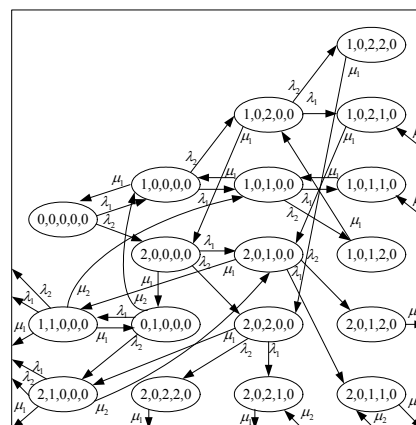
Markovo grandinių panaudojimas analitiniam IN modeliui sudaryti

Pateiktos sistemos darbą galima aprašyti tolydžiojo laiko Markovo grandinėmis, kai sistema yra stacionarios būsenos. Norėdami sumažinti galimų būsenų skaičių, tariame, kad SSP, SCP mazgų buferiuose telpa po dvi paraiškas. Kiekviena būsena aprašoma 5 parametrais: A, B, C, D, E, kur A – SSP mazgo aptarnavimo įrenginio būsena, B – SCP mazgo aptarnavimo įrenginio, C – SSP mazgo buferio pirmosios pozicijos būsena, D – SSP mazgo buferio antrosios pozicijos būsena, E – SCP mazgo buferio būsena. Būsenos rodiklis A gali įgyti tokias vertes: 0 – kai yra laisvas, 1– kai aptarnauja paprastą paraišką, ir 2 – kai aptarnauja intelektualią paraišką. Būsenos rodiklis B gali įgyti tokias vertes: 0 – kai yra laisvas, 1 – kai aptarnauja intelektualią paraišką. Būsenos rodiklis C ir D gali įgyti tokias vertes: 0 – kai yra laisvas, 1 – kai saugo paprastą paraišką, ir 2 – kai saugo intelektualią paraišką. Būsenos rodiklis E gali įgyti šias vertes: 0 – kai yra laisvas, 1 – kai SCP buferyje yra viena paraiška, ir 2 – kai SCP buferyje yra dvi paraiškos. Stacionarios būsenos vektorius bendras pavidalas P_{ABCDE} . Pradiniu laiko momentu t_0 sistema yra P_{00000} būsenos. Sistema turi 60 stacionariųjų būsenų ir 157 perėjimus tarp jų. 3 pav. pateiktas sistemos stacionariųjų būsenų grafo fragmentas.

Detaliau panagrinėsime būseną $[2,1,0,0,0]$. Perėjimai iš šios būsenos galimi įvykiams 4 įvykiams. Į sistemą atėjus paprastą paraišką, sistema pereina į būseną $[2,1,1,0,0]$ (paprastoji paraiška patenka į pirmąją buferio poziciją). Perėjimo intensyvumas – λ_1 . Atėjus intelektualiajai paraiškai, sistema pereina į $[2,1,2,0,0]$ būseną (intelektualioji paraiška patenka į pirmąją buferio poziciją). Perėjimo intensyvumas – λ_2 . SSP mazgo aptarnavimo įrenginiui aptarnavęs intelektualią paraišką, sistema pereina į $[0,1,0,0,1]$ būseną (SSP mazge aptarnauta intelektualioji paraiška patenka į SCP mazgo buferį). Perėjimo intensyvumas $\frac{1}{T_1}$. SCP mazgui aptarnavęs

intelektualią paraišką, sistema pereina į $[2,0,1,0,0]$ būseną (intelektualioji paraiška tampa paprastą ir patenka į SSP mazgo buferio pirmąją poziciją).

Į $[2,1,0,0,0]$ būseną gali pereiti iš dviejų būsenų: intensyvumu λ_2 iš $[0,0,1,0,0]$, į sistemą atėjus intelektualiajai paraiškai, ir intensyvumu $\frac{1}{T_1}$ iš $[2,0,2,0,0]$, SSP mazgui aptarnavęs intelektualią paraišką.



3 pav. Sistemos stacionariųjų būsenų grafo fragmentas

Pagal 3 pav. pateiktą būsenų grafą užrašome kiekvienos stacionariosios būsenos balanso lygtį. Gaunama lygčių sistema:

$$\begin{cases}
 -(\lambda_1 + \lambda_2) \cdot P_{00000} + \mu_1 \cdot P_{10000} = 0; \\
 -(\lambda_1 + \lambda_2 + \mu_1) \cdot P_{10000} + \lambda_1 \cdot P_{00000} + \\
 + \mu_1 \cdot P_{10100} + \mu_2 \cdot P_{01000} = 0; \\
 -(\lambda_1 + \lambda_2 + \mu_1) \cdot P_{20000} + \lambda_2 \cdot P_{00000} + \\
 + \mu_1 \cdot P_{10200} = 0; \\
 -(\lambda_1 + \lambda_2 + \mu_1) \cdot P_{10100} + \lambda_1 \cdot P_{10000} + \\
 + \mu_1 \cdot P_{10110} + \mu_2 \cdot P_{11000} = 0; \\
 -(\lambda_1 + \lambda_2 + \mu_1) \cdot P_{10200} + \lambda_2 \cdot P_{10000} + \\
 + \mu_1 \cdot P_{10120} = 0; \\
 -(\lambda_1 + \lambda_2 + \mu_1) \cdot P_{20100} + \lambda_1 \cdot P_{20000} + \\
 + \mu_1 \cdot P_{10210} + \mu_2 \cdot P_{21000} = 0; \\
 -(\lambda_1 + \lambda_2 + \mu_1) \cdot P_{20200} + \lambda_2 \cdot P_{20000} + \\
 + \mu_1 \cdot P_{10220} = 0; \\
 \dots \\
 \sum P_{ABCDE} = 1;
 \end{cases} \quad (1)$$

čia A įgyja vertes 0, 1, 2; B įgyja vertes 0, 1; C lygus 0, kai A lygus 0, o kai A didesnis už 0, įgyja vertes 0, 1, 2; D lygus 0, kai C lygus 0, o kai C didesnis už 0, įgyja vertes 0, 1, 2; E lygus 0, kai B lygus 0, o kai B didesnis už 0, įgyja vertes 0, 1, 2.

Išsprendę (1) lygčių sistemą, randame stacionariųjų tikimybių P_{ABCDE} vertes.

Suradus stacionariųjų būsenų tikimybių vertes, galima apskaičiuoti sistemos laikines – tikimybinės charakteristikas.

Tikimybė, jog paraiška SSP mazge nebus aptarnauta, nusakoma tikimybė, kad SSP buferis yra pilnas:

$$P_{B_SSP} = \sum P_{ABCDE}; \quad (2)$$

čia A įgyja vertes 1, 2; B įgyja vertes 0, 1; C ir D įgyja vertes 1, 2; E lygus 0, kai B lygus 0, o kai B didesnis už 0, įgyja vertes 0, 1, 2.

Paraiškos neaptarnavimo SCP mazge tikimybė

$$P_{B_SCP} = \sum P_{ABCDE}; \quad (3)$$

čia A įgyja vertes 0, 1, 2; B lygus 1; C įgyja vertę 0, kai A lygus 0, ir 0, 1, 2, kai A didesnis už 0; D įgyja vertę 0, kai C lygus 0, ir vertes 0, 1, 2, kai A didesnis už 0; E lygus 2.

Vidutinis paraiškų skaičius SSP buferyje

$$\bar{N}_{SSP} = \sum N \cdot P_{ABCDE}; \quad (4)$$

čia A įgyja vertes 1, 2; B įgyja vertes 0, 1; C įgyja vertes 1, 2; D įgyja vertes 0, 1, 2; E lygus 0, kai B lygus 0, o kai B didesnis už 0, įgyja vertes 0, 1, 2; N lygus 1, kai D lygus 0, o kai D didesnis už 0, lygus 2.

Vidutinis paraiškų skaičius SCP buferyje

$$\bar{N}_{SCP} = \sum N \cdot P_{ABCDE}; \quad (5)$$

čia A įgyja vertes 0, 1, 2; B lygus 1; C lygus 0, kai A lygus 0, o kai A didesnis už 0, įgyja vertes 0, 1, 2; D lygus 0, kai C lygus 0, o kai C didesnis už 0, įgyja vertes 0, 1, 2; E įgyja vertes 1 arba 2; N lygus 1, kai E lygus 1, o kai E lygus 2, lygus 2.

Vidutinės paraiškų laukimo trukmės SSP ir SCP mazgų buferiuose randamos, pasinaudojant Litlo formule. Vidutinė paraiškos laukimo SSP buferyje trukmė

$$\bar{W}_{SSP} = \frac{\bar{N}_{SSP}}{\left((\lambda_1 + \lambda_2)(1 - P_{B_SSP}) + \lambda_2(1 - P_{B_SCP} - P_{B_SSP}) \right)} \quad (6)$$

Vidutinė paraiškos laukimo SCP buferyje trukmė

$$\bar{W}_{SCP} = \frac{\bar{N}_{SCP}}{\lambda_2(1 - P_{B_SCP} - P_{B_SSP})}. \quad (7)$$

Vidutinės paraiškos aptarnavimo trukmės yra lygios paraiškų vidutinių laukimo buferiuose ir aptarnavimo trukmių sumoms. Vidutinė paprastosios paraiškos aptarnavimo trukmė

$$\bar{D}_{Pap} = \bar{T}_1 + \bar{W}_{SSP}. \quad (8)$$

Vidutinė intelektualiosios paraiškos aptarnavimo trukmė

$$\bar{D}_{IN} = 2 \cdot (\bar{T}_1 + \bar{W}_{SSP}) + \bar{T}_2 + \bar{W}_{SCP}. \quad (9)$$

Aptarnavimo įrenginių panaudojimo koeficientai yra lygūs tikimybių, kad jie užimti, sumai. SSP mazgo aptarnavimo įrenginio panaudojimo koeficientas

$$\rho_{SSP} = \sum P_{ABCDE}; \quad (10)$$

čia A įgyja vertes 1, 2; B įgyja vertes 0, 1; C įgyja vertes 0, 1, 2; D lygus 0, kai C lygus 0, o kai C didesnis už 0, įgyja vertes 0, 1, 2; E lygus 0, kai B lygus 0, o kai B didesnis už 0, įgyja vertes 0, 1, 2.

SCP mazgo aptarnavimo įrenginio panaudojimo koeficientas

$$\rho_{SCP} = \sum P_{ABCDE}; \quad (11)$$

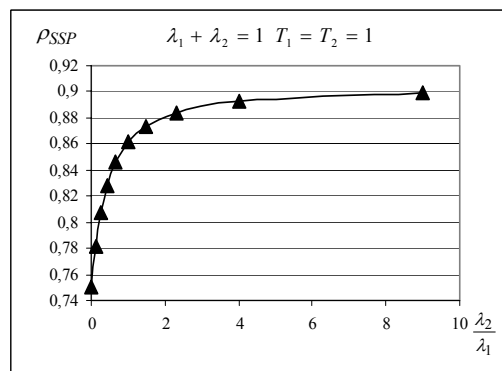
čia A įgyja vertes 0, 1, 2; B lygus 1; C lygus 0, kai A lygus 0, o kai A didesnis už 0, įgyja vertes 0, 1, 2; D lygus 0, kai C lygus 0, o kai C didesnis už 0, įgyja vertes 0, 1, 2; E įgyja vertes 0, 1, 2.

Tikimybė, kad sistema yra laisva,

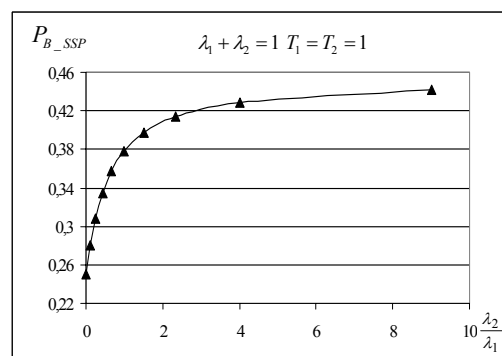
$$P_0 = P_{00000}. \quad (12)$$

Intelektualiųjų paraiškų įtakos SSP darbingumo charakteristikoms tyrimas

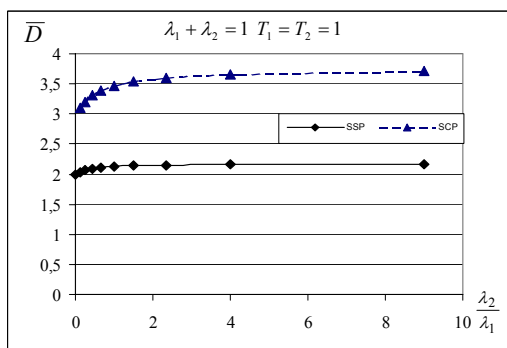
Pasinaudodami (2–12) laikinių–tikimybinių charakteristikų išraiškomis, atliksime intelektualųjų paraiškų įtakos SSP mazgo darbingumo charakteristikoms tyrimą. SSP ir SCP mazgų aptarnavimo įrenginių vidutinės paraiškų aptarnavimo trukmės $T_1 = T_2 = 1$. Suminis ateinančių intelektualųjų ir paprastųjų paraiškų intensyvumas $\lambda = \lambda_1 + \lambda_2 = 1$. Keičiant ateinančių intelektualųjų ir paprastųjų paraiškų intensyvumų santykį, keičiasi SSP mazgo aptarnavimo įrenginio apkrovimo koeficientas ρ_{SSP} (4 pav.), paraiškos praradimo SSP mazge tikimybė P_{B_SSP} (5 pav.) ir paprastųjų bei intelektualųjų paraiškų aptarnavimo trukmės \bar{D}_{Pap} , \bar{D}_{IN} (6 pav.).



4 pav. SSP mazgo paraiškas aptarnaujančio įrenginio apkrovimo koeficiento ρ_{SSP} priklausomybė nuo λ_2/λ_1 kitimo



5 pav. Paraiškų praradimo tikimybės SSP mazge P_{B_SSP} priklausomybė nuo λ_2/λ_1 kitimo



6 pav. Vidutinių paraiškų aptarnavimo trukmių \bar{D} priklausomybė nuo λ_2/λ_1 kitimo

Iš pateiktų grafikų (4, 5, 6 pav.) matome, kad intelektualiujų paraiškų atsiradimas PSTN tinkle papildomai apkrauna tinklą ir blogina paraiškų aptarnavimo charakteristikas. SSP aptarnavimo įrenginio apkrovimas padidėjo 1,3 karto, nors bendras į sistemą ateinančių paraiškų srautas išliko nepakitęs. Paraiškų aptarnavimo trukmės kinta nedaug (6 pav.). Dėl mažo SSP buferio jos yra atmetamos. Paraiškos neaptarnavimo SSP mazge tikimybė, keičiant ateinančių intelektualiujų ir paprastųjų paraiškų santykį, didėja iki 1,8 karto (5 pav.).

Išvados

1. Pakitus į telekomunikacijų tinklą ateinančio srauto sudėčiai, pasikeičia tinklo resursų poreikis. Todėl būtina įvertinti pakitusio srauto įtaką tinklo darbingumo charakteristikoms.

2. Kintant ateinančių paprastųjų ir intelektualiujų paraiškų santykiui, esant tam pačiam bendro paraiškų srauto intensyvumui, SSP aptarnavimo įrenginio apkrovimas kinta iki 1,3 karto.

3. Realūs IN tinklo mazgai gali turėti keletą aptarnavimo įrenginių ir buferiuose telpa daug daugiau nei dvi paraiškos. Dėl didelio stacionariųjų būsenų ir perėjimų tarp jų skaičiaus, tokias sistemas aprašyti Markovo grandinėmis keblu. Todėl šių sistemų analizei tikslinga naudoti imitacinius modelius, o analitinis modelis galėtų būti panaudotas jų adekvatumui patikrinti.

Literatūra

1. You J. U., Chung M. Y. Performance evolution using approximation method for sojourn time distributions in an IN/ISDN signaling platform // Computer communication. – Elsevier, 2002. – No. 25. – P.1283–1296.
2. Kryvinska N., Harmen R. Queuing System Models for Performance Analysis of Intelligent Networks // Communications Symposium 2002. – London: LCS Proceedings, 2002. ISBN 0-9538863-2-8. – P.169–172.
3. Hoang N. M., Kryvinska N. Large intelligent network modeling using M/M/2/K/K system // The 9th Asia-Pacific Conference, 2003. – P.1007–1011.
4. Gedmantas R., Jarutis A., Rindzevičius R. Apkrovos srautų žinybiniuose tinkluose statistinė analizė // Elektronika ir elektrotechnika. – Kaunas: Technologija. – 2002. – Nr.4(39). – P. 26–30.

Pateikta spaudai 2005 01 12

R. Gedmantas, A. Jarutis. Skirtingo tipo paraiškų įtakos telekomunikacijų tinklo darbingumui įvertinimas // Elektronika ir elektrotechnika. – Kaunas: Technologija, 2005. – Nr. 2(58). – P. 22–25.

Pateikiama intelektualiujų paslaugų diegimo telekomunikacijų tinkle įtakos tinklo funkcionavimui analizė. Esamuose tinkluose papildomos paslaugos teikiamos, paslaugos intelektą įdiegiant į komutacines sistemas bei naudojant papildomus mazgus. Darbe parodyta, kad intelektualiujų paslaugų atsiradimas papildomai apkrauna tinklo mazgus. Pasinaudojant Markovo grandinių teorija, sudarytas analitinis IN modelis, apimantis SSP ir SCP mazgus. Ištirta IN darbingumo charakteristikų priklausomybė nuo ateinančių intelektualiujų ir paprastųjų paraiškų santykio, kai suminis ateinančių paraiškų intensyvumas nekinta. Į telekomunikacijų tinklą ateinančių paraiškų srauto sudėties pokytis dėl jų skirtingų aptarnavimo algoritmų, priklausančių nuo jų tipo, turi įtakos tinklo darbingumo charakteristikoms. Įvertinant galimus srauto pokyčius, būtina paspartinti paraiškų aptarnavimą arba padidinti naudojamų procesorių skaičių. Il.6, bibl.4 (lietuvių kalba; santraukos lietuvių, anglų, rusų k.).

R. Gedmantas, A. Jarutis. Analysis of Different Call Service Influence for Telecommunication Network Performance // Electronics and Electrical Engineering. – Kaunas: Technologija, 2005. – No 2(58). – P. 22–25.

Analysis of intelligent services deployment influence on the telecommunications network is presented. Supplementary services are provided in existing networks introducing intellect into switching systems and using additional nodes. Indication that deployment of intelligent services imposes additional load on the network nodes is given in this work. Analytical model of IN comprised of SSP and SCP nodes is created using Markov chain theory. Analysis of dependence of the IN performance characteristics on the ratio of intelligent and simple service requests with constant summary request rate is presented herein. Intelligent services deployment influence on existing network must be estimated before deployment in actual PSTNs. This work proposes that either request service capacity of existing service nodes must be increased or additional service processors deployed in accordance with estimated changes in the traffic. Il. 6, bibl. 4 (in Lithuanian; summaries in Lithuanian, English, Russian).

Р. Гедмантас, А. Ярутис. Анализ влияния заявок разных услуг на работоспособность телекоммуникационной сети // Электроника и электротехника. – Каунас: Технология, 2005. – № 2(58). – С. 22–25.

Дан анализ влияния интеллектуальных услуг на характеристики телекоммуникационных сетей. Интеллектуальные услуги предоставляются в существующих сетях вводом интеллекта услуг в коммутационные системы сети и дополнительных узлов. В работе показано, что интеллектуальные услуги создают дополнительную нагрузку на сетевые узлы. Предоставлена аналитическая модель ИС, состоящая из SSP и SCP узлов, с использованием теории марковских цепей. Дан анализ зависимости характеристик работоспособности от соотношения интенсивностей интеллектуальных и простых заявок обслуживания с постоянной общей интенсивностью заявок. Изменения в составе потока, поступающего в телекоммуникационную сеть, из-за различного алгоритма обслуживания заявок, влияет на характеристики сети. Учитывая возможное изменение трафика, необходимо увеличить скорость обработки заявок или увеличить число процессоров. Ил. 6, bibl. 4 (на литовском языке; рефераты на литовском, английском и русском яз.).