

**ИЗСЛЕДВАНЕ НА ВЛИЯНИЕТО НА ПАРАМЕТРИ НА ТЕЛЕТРАФИЧЕН МОДЕЛ НА  
ГЛАСОВИ УСЛУГИ****RESEARCH OF THE INFLUENCE OF PARAMETERS ON THE TELETRAFFIC MODEL OF  
VOICE SERVICES****Ивелина Стефанова Балабанова \***  
Технически университет - Габрово**Георги Иванов Георгиев**  
Технически университет - Габрово

Статията е постъпила на 12 ноември 2016 г.; след ревизия на 14 март 2016 г.; приета за отпечатване на 22 март 2016 г.

**Abstract**

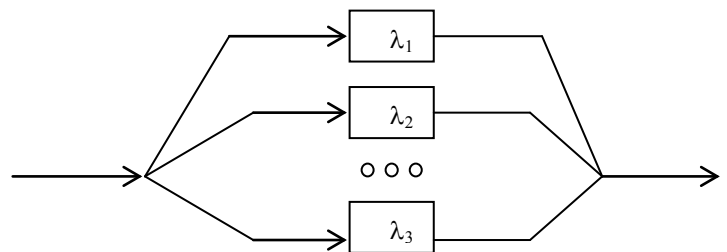
In Internet network data packets are transmitted to the series and breaks, and not permanently unlike some other types of networks. This is done to save network resources. Interactive services with data transmission usually requires duplex transmission, while access to databases requires simplex transmission. The traffic in these networks can be modeled as Poisson process interrupted or On-Off process. Interrupted Poisson flow is used to generate uneven traffic flow at imitative modeling and assessment Teletraffic models such calls are generated by Poisson incoming flow at a constant intensity.

**Keywords:** regression analysis; control factor; quintiles of random quantity; residues of the model; surface response.**ВЪВЕДЕНИЕ**

В Интернет мрежата пакетите с данни се предават на серии и паузи, а не постоянно за разлика от някои други типове мрежи. Това се прави с цел пестене на ресурсите на мрежата. Интерактивните услуги с предаване на данни обикновено изискват дуплексно предаване, докато достъпът до бази данни изисква симплексно предаване. Трафикът в тези мрежи може да се моделира като прекъснат Поасонов процес или като on-off процес. Прекъснатият Поасонов поток се използва за генериране на неравномерен трафичен поток при имитационно моделиране и при оценка за телетрафични модели като повикванията се генерират от Поасонов входящ поток с постоянна интензивност.

**ИЗЛОЖЕНИЕ. ТЕЛЕТРАФИЧЕН МОДЕЛ НА  
ГЛАСОВИ ИЗТОЧНИЦИ**

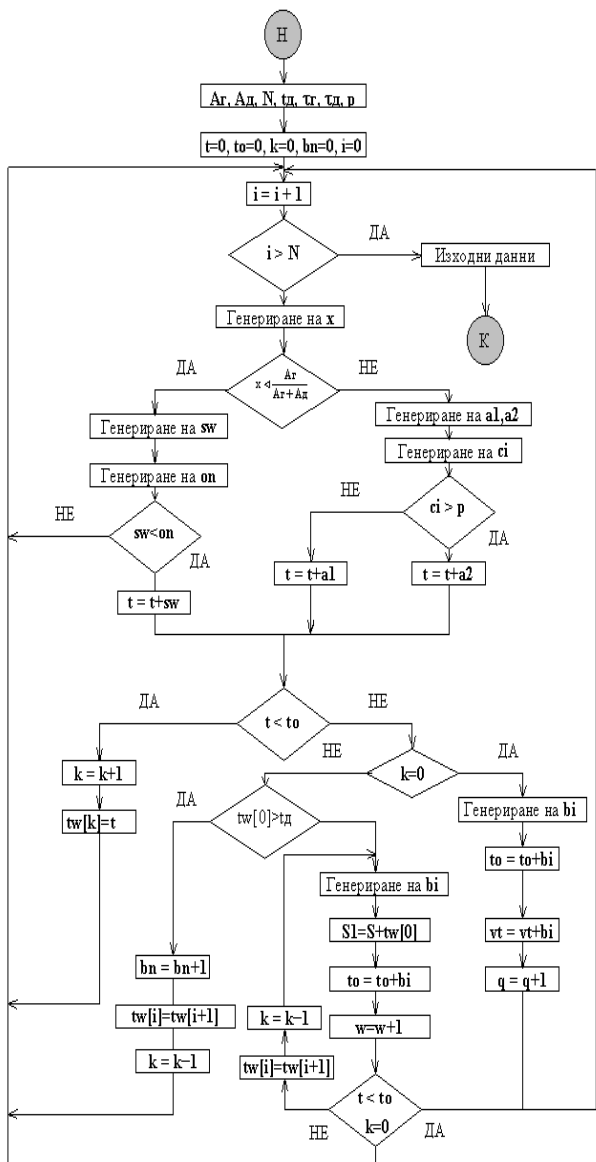
Входящият поток от източниците на говор с променлива скорост се представя чрез прекъснат Поасонов процес. Самият процес е еквивалентен на входящ поток с хиперекспоненциално разпределение на интервалите между моментите на постъпване на повикванията, представляващо комбинация от  $k$  на брой експоненциални разпределения с интензивност  $\lambda_i$  и избор на всяко от тях с някаква вероятност  $p$  (фиг. 1).



Фиг. 1. Хиперекспоненциално разпределение на интервалите между моментите на постъпване на повикванията

За моделиране на трафикоизточниците са използвани, както прекъснат Поасонов процес, така и хиперекспоненциален входящ поток. Това е направено с цел да не се използва един и същ модел при симулирането на поток от пакети с данни и поток от пакети с говорна информация. Използваният модел е On-Off+H/M/1/k с опашка FIFO. Съгласно алгоритъма на модела, представен на фиг. 2, се генерират два независими входящи потока с различни интензивности на постъпване на пакетите. Пакетите се обработват по различен начин в зависимост от тяхното естество (глас или данни), след което се изчисляват резултати от обработката им.

\* Тел. 0896640473 e-mail: ivstoeva@abv.bg



Фиг.2. Телетрафичен модел на гласови източници On-Off+H/M/1/k с опашка FIFO

Първоначално се въвеждат входните данни. Това са постъпващ трафик на потока от гласови пакети  $A_g$ , постъпващ трафик на потока от пакети с данни  $A_d$ , брой генерирани пакети  $N$ , максимално допустимо време за престой в системата  $t_d$ , средна продължителност на заеманията за гласовите пакети  $t_g$ , средна продължителност на заеманията за пакетите с данни  $t_d$ , вероятност  $p$  за избор на поток от данни. Следва инициализация на променливите  $t$  (текущо време),  $t_o$  (време на обслужване),  $k$  (индикатор за опашката),  $b_n$  (брой необслужени пакети),  $i$  (бройч на пакетите).

Чрез променливата  $i$  се генерират  $N$ . Всички генерирания се извършват по формулата  $a_i = -\ln(y) \cdot t_j / A_j$ , където  $y$  е случайно число, случайно разпределено в интервала  $(0,1)$ . По този начин генерираме пакети според интензивността на потока  $\lambda = \tau / A$  [2]. На следващата стъпка се генерира случайно число  $x$ . Проверява се дали генерираното число е по-голямо от вероятността  $A_g / (A_g + A_d)$ . Това се прави за цел да се определи какъв пакет ще генерира програмата – гласов или пакет с данни.

Ако условието е изпълнено  $x < A_g / (A_g + A_d)$ , се генерират две случайни числа, съответно  $sw$  и  $on$ . Прави се проверка дали числото  $sw$  влиза в интервала на  $on$  и ако е така, то се прибавя към текущото време  $t$ . Ако не, се

вършаме в началото на алгоритъма. Чрез тази стъпка изпълняваме On/Off входящ поток. Ако числото  $sw$  влиза в интервала на  $on$ , то тогава ние се намираме в интервала за предаване на пакети и директно записваме  $sw$  като моментът на постъпване на пакета с данни. Ако условието  $sw < on$  не е изпълнено, тогава ние се намираме в интервал с пауза и не генерираме пакет.

Ако условието  $x < A_g / (A_g + A_d)$  не е изпълнено, тогава влизаме в режим на симулация на хиперекспоненциален входящ поток. Генерират се две случайни числа  $a_1$  и  $a_2$ , които са моментите на постъпване на пакетите от два независими експоненциални потока. Чрез генериране на случайното число  $c_i$  и проверката  $c_i > p$  се избира един от момента, който от своя страна се добавя към текущото време  $t$ .

Чрез On/Off входящия поток симулираме генериране на пакети с данни, докато чрез хиперекспоненциалния поток симулираме генериране на гласове и пакети.

На следващата стъпка се сравнява текущото време  $t$  с времето на освобождаване на обслужващото устройство  $t_o$ . При генериране на първия пакет  $t_o$  е нула и при всяко следващо обслужване се коригира.

Когато  $t < t_o$  пакета се записва в масива на чакащите  $tw[k]=t$ , броячът на чакащите пакети се увеличава с едно и се генерира следващ пакет.

Когато обслужващото устройство е свободно  $t \geq t_o$  се проверява дали опашката е празна  $k = 0$ . В този случай постъпилният пакет веднага се обслужва. Когато в опашката има поне един пакет, изтегля се първия поред и се проверява дали, не е чакал повече от допустимото време. Ако е така, отчита се един необслужен пакет, увеличава се брояча  $b_n$  с единица, обновяват се времената на пакетите в опашката  $tw[i]=tw[i+1]$ , и се намалява брояча на опашката с единица.

Ако пакетът не е чакал повече от време  $t_d$ , той се обслужва от обслужващото устройство. Времето, което е чакал се записва и се отчита повикване, обслужено с чакане. Преди да се генерира нов пакет се прави проверката  $t < t_o$  и  $k=0$ . Ако условието е изпълнено се генерира нов пакет. Ако не изпълнено, времената на чакащите в опашката пакети се обновяват  $tw[i]=tw[i+1]$ , и броячът на опашката се намалява с единица, след което отново се обслужва следващия пакет.

### РЕГРЕСИОНЕН АНАЛИЗ НА МОДЕЛА НА ГЛАСОВИ ИЗТОЧНИЦИ

В изходните данни се изчисляват средното време за престой в системата  $W$  и вероятността за загуби  $B$  при последователно увеличаване на интензивността на повикванията  $\lambda I$  в границите от 0.2 до 0.9 и три нива на времето  $t_d$ , съответно  $t_d$  равно на 50, 100 и 150 ms. За целта на изследване на влиянието на  $\lambda I$  и  $t_d$  върху  $W$  и  $B$ , с приложение на апарата на регресионния анализ, са дефинирани следните управляеми фактори и параметри (отклици) на създадения модел на гласови източници:

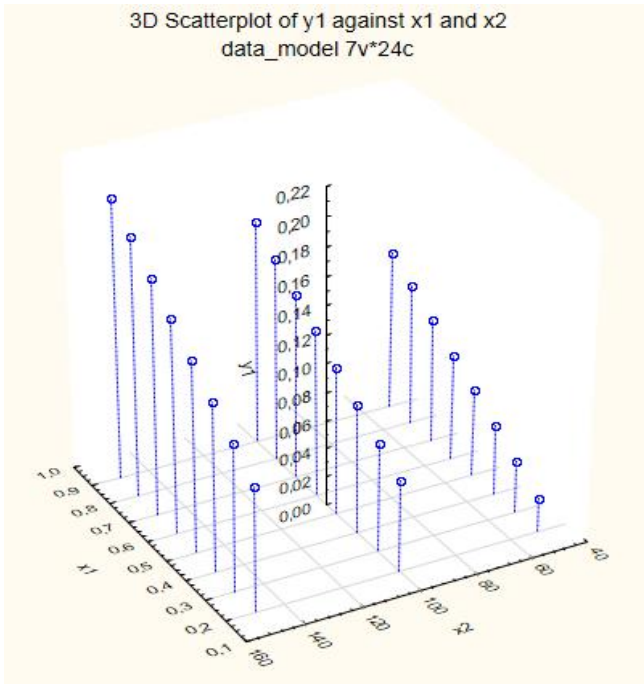
- $x_1$  – интензивност на постъпване на повикванията  $\lambda I$ ;
- $x_2$  – време  $t_d$ , ms.

Параметри (отклици) на обекта:

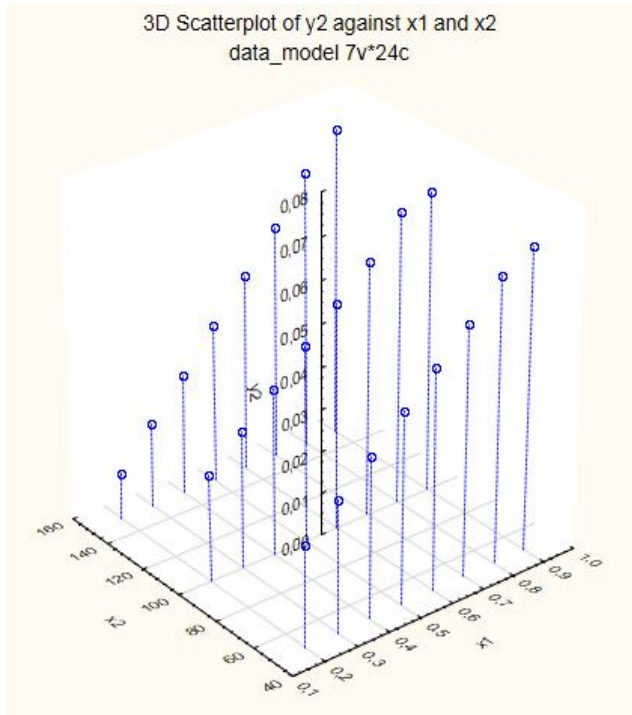
- $y_1$  – средно време за престой в системата  $W$ , ms;
- $y_2$  – вероятност за загуби  $B$ , %.

На фиг. 3 е показано триизмерно представяне на зависимостите на факторите  $x_1$  и  $x_2$  спрямо отклиците на обекта (модела на гласови източници)  $y_1$  и  $y_2$ .

Регресионен анализ на модел (1) за параметри  $y_1$  и  $y_2$ .



а)



б)

Фиг. 3. 3D представяне на данните за параметри а)  $y_1$  и б)  $y_2$

Поставена е задачата да се провери пригодността на следните регресионни модели:

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 \quad (1)$$

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_{12}x_1x_2 \quad (2)$$

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_{12}x_1x_2 + b_{11}x_1^2 + b_{22}x_2^2(3)$$

	1 x1	2 x2	3 y1	4 y2
1	0,2	50	0,023622	0,024
2	0,2	100	0,06325	0,02533
3	0,2	150	0,086668	0,011
4	0,3	50	0,036367	0,031
5	0,3	100	0,0766	0,03233
6	0,3	150	0,102453	0,02
7	0,4	50	0,049112	0,038
8	0,4	100	0,08995	0,03933
9	0,4	150	0,118238	0,029
10	0,5	50	0,061857	0,045
11	0,5	100	0,1033	0,04633
12	0,5	150	0,134023	0,038
13	0,6	50	0,074602	0,052
14	0,6	100	0,11665	0,05333
15	0,6	150	0,149808	0,047
16	0,7	50	0,087347	0,059
17	0,7	100	0,13	0,06033
18	0,7	150	0,165593	0,056
19	0,8	50	0,10011	0,067
20	0,8	100	0,1428	0,069
21	0,8	150	0,18163	0,066
22	0,9	50	0,1128	0,071
23	0,9	100	0,1578	0,071
24	0,9	150	0,19666	0,074

Фиг. 4. Опитни данни

Regression Summary for Dependent Variable: y1 (data_model)						
R= ,99629381 R²= ,99260136 Adjusted R²= ,99189673						
F(2,21)=1408,7 p<0,0000 Std. Error of estimate: ,00405						
N=24	b*	Std. Err. of b*	b	Std. Err. of b	t(21)	p-value
Intercept			-0,043774	0,002956	-14,8092	0,000000
x1	0,726135	0,018770	0,139700	0,003611	38,6858	0,000000
x2	0,682150	0,018770	0,000737	0,000020	36,3424	0,000000

а)

Regression Summary for Dependent Variable: y2 (data_model)						
R= ,98390640 R²= ,96807180 Adjusted R²= ,96503102						
F(2,21)=318,36 p<,00000 Std. Error of estimate: ,00341						
N=24	b*	Std. Err. of b*	b	Std. Err. of b	t(21)	p-value
Intercept			0,010871	0,002485	4,37500	0,000265
x1	0,975067	0,038992	0,075914	0,003036	25,00673	0,000000
x2	-0,131590	0,038992	-0,000057	0,000017	-3,37478	0,002862

б)

Фиг. 5. Резултати от регресионния анализ на модел (1) за а) параметър  $y_1$  и б) параметър  $y_2$

За опитните данни, представени на фиг. 4, е използван линеен регресионен модел, за който са получени коефициенти на определеност  $R^2 = 0.99260136$  и  $R^2 = 0.96807180$  за параметри  $y_1$  и  $y_2$ . Коефициентите показват, че 99.260136% и 96.807180% от изменението на откликите на обекта се дължи на действието на управляемите фактори  $x_1$  и  $x_2$  и се описва със съответния регресионен модел. При прието равнище на значимост  $\alpha = 0.05$  опитните коефициенти на регресия на модел (1)  $b_0$ ,  $b_1$  и  $b_2$  се определят като значими. Критериите на Фишър  $F(2;21) = 1408.7$  и  $F(2;21) = 318.36$  и съответните им вероятности  $p < 0.0000 \ll 0.05$  за  $y_1$  и  $y_2$  показват, че приложението на линеен модел може да се счита за подходящо.

Регресионен анализ на модел (2) за параметри  $y_1$  и  $y_2$ .

	1 x1	2 x2	3 x12	4 y1	5 y2
1	0.2	50	10	0.023622	0.024
2	0.2	100	20	0.06325	0.02533
3	0.2	150	30	0.086668	0.011
4	0.3	50	15	0.036367	0.031
5	0.3	100	30	0.0766	0.03233
6	0.3	150	45	0.102453	0.02
7	0.4	50	20	0.049112	0.038
8	0.4	100	40	0.08995	0.03933
9	0.4	150	60	0.118238	0.029
10	0.5	50	25	0.061857	0.045
11	0.5	100	50	0.1033	0.04633
12	0.5	150	75	0.134023	0.038
13	0.6	50	30	0.074602	0.052
14	0.6	100	60	0.11665	0.05333
15	0.6	150	90	0.149808	0.047
16	0.7	50	35	0.087347	0.059
17	0.7	100	70	0.13	0.06033
18	0.7	150	105	0.165593	0.056
19	0.8	50	40	0.10011	0.067
20	0.8	100	80	0.1428	0.069
21	0.8	150	120	0.18163	0.066
22	0.9	50	45	0.1128	0.071
23	0.9	100	90	0.1578	0.071
24	0.9	150	135	0.19666	0.074

Фиг. 6. Добавяне на колоната  $x_{12}=x_1*x_2$

Regression Summary for Dependent Variable: y1 (data_model)						
R= .99834605 R <sup>2</sup> = .99669484 Adjusted R <sup>2</sup> = .99619907						
F(3,20)=2010.4 p<0,0000 Std.Error of estimate: .00278						
	b*	Std. Err. of b*	b	Std. Err. of b	t(20)	p-value
Intercept			-0,027191	0,003899	-6,97423	0,000001
x1	0,569416	0,034012	0,109549	0,006543	16,74171	0,000000
x2	0,528572	0,033428	0,000571	0,000036	15,81206	0,000000
x12	0,228562	0,045924	0,000302	0,000061	4,97698	0,000072

a)

Regression Summary for Dependent Variable: y2 (data_model)						
R= .99044418 R <sup>2</sup> = .98097968 Adjusted R <sup>2</sup> = .97812663						
F(3,20)=343.84 p<0,0000 Std.Error of estimate: .00270						
	b*	Std. Err. of b*	b	Std. Err. of b	t(20)	p-value
Intercept			0,022788	0,003785	6,02088	0,000007
x1	0,696774	0,081591	0,054248	0,006352	8,53982	0,000000
x2	-0,404306	0,080192	-0,000177	0,000035	-5,04176	0,000062
x12	0,405868	0,110167	0,000217	0,000059	3,68412	0,001471

б)

Фиг. 7. Резултати от регресионния анализ на модел (2) за а) параметър  $y_1$  и б) параметър  $y_2$

След добавяне на променлива  $x_{12}$ , показано на фиг. 2, се получава разширена матрица на експеримента F, съответстваща на модел (2). Параметрите  $p$ -value  $\ll 0.05$  за коефициентите  $b_0$ ,  $b_1$ ,  $b_2$  и  $b_{12}$  (отразяващ връзката между управляемите фактори), което ги определя като значими. Коефициентите на определеност  $R^2 = 0.99669484$  и  $R^2 = 0.98097968$ , критериите на Фишър  $F(3;20) = 2010.4$  и  $F(3;20) = 343.84$  съответните им вероятности  $p < 0.0000 \ll 0.05$  потвърждават, че модел (2) е адекватен и обяснява съществена част от входните данни. По отношение на  $y_1$  приложеният модел превзхожда незначително линейния, докато при параметър  $y_2$  е налице по-пълно описване на данните в сравнение с модел (1).

Регресионен анализ на модел (3) за параметри  $y_1$  и  $y_2$ .

	1 x1	2 x2	3 x12	4 x11	5 x22	6 y1	7 y2
1	0.2	50	10	0.04	2500	0.023622	0.024
2	0.2	100	20	0.04	10000	0.06325	0.02533
3	0.2	150	30	0.04	22500	0.086668	0.011
4	0.3	50	15	0.09	2500	0.036367	0.031
5	0.3	100	30	0.09	10000	0.0766	0.03233
6	0.3	150	45	0.09	22500	0.102453	0.02
7	0.4	50	20	0.16	2500	0.049112	0.038
8	0.4	100	40	0.16	10000	0.08995	0.03933
9	0.4	150	60	0.16	22500	0.118238	0.029
10	0.5	50	25	0.25	2500	0.061857	0.045
11	0.5	100	50	0.25	10000	0.1033	0.04633
12	0.5	150	75	0.25	22500	0.134023	0.038
13	0.6	50	30	0.36	2500	0.074602	0.052
14	0.6	100	60	0.36	10000	0.11665	0.05333
15	0.6	150	90	0.36	22500	0.149808	0.047
16	0.7	50	35	0.49	2500	0.087347	0.059
17	0.7	100	70	0.49	10000	0.13	0.06033
18	0.7	150	105	0.49	22500	0.165593	0.056
19	0.8	50	40	0.64	2500	0.10011	0.067
20	0.8	100	80	0.64	10000	0.1428	0.069
21	0.8	150	120	0.64	22500	0.18163	0.066
22	0.9	50	45	0.81	2500	0.1128	0.071
23	0.9	100	90	0.81	10000	0.1578	0.071
24	0.9	150	135	0.81	22500	0.19666	0.074

Фиг. 8. Добавяне на колоните  $x_{11}=x_1*x_1$  и  $x_{22}=x_2*x_2$

Regression Summary for Dependent Variable: y1 (data_model)						
R= .99977038 R <sup>2</sup> = .99954082 Adjusted R <sup>2</sup> = .99941327						
F(5,18)=7836.4 p<0,0000 Std.Error of estimate: .00109						
	b*	Std. Err. of b*	b	Std. Err. of b	t(18)	p-value
Intercept			-0,043637	0,002510	-17,3851	0,000000
x1	0,565287	0,030826	0,108755	0,005931	18,3379	0,000000
x2	0,898139	0,037376	0,000970	0,000040	24,0297	0,000000
x12	0,228562	0,018043	0,000302	0,000024	12,6675	0,000000
x11	0,004197	0,028235	0,000722	0,004859	0,1487	0,883482
x22	-0,373397	0,035355	-0,000002	0,000000	-10,5613	0,000000

a)

Regression Summary for Dependent Variable: y2 (data_model)						
R= .99656485 R <sup>2</sup> = .99314151 Adjusted R <sup>2</sup> = .99123637						
F(5,18)=521.30 p<0,0000 Std.Error of estimate: .00171						
	b*	Std. Err. of b*	b	Std. Err. of b	t(18)	p-value
Intercept			0,007378	0,003926	1,87935	0,076487
x1	0,791077	0,119136	0,061590	0,009275	6,64015	0,000003
x2	0,350450	0,144450	0,000153	0,000063	2,42610	0,025994
x12	0,405868	0,069733	0,000217	0,000037	5,82035	0,000016
x11	-0,095850	0,109120	-0,006675	0,007599	-0,87839	0,391306
x22	-0,762577	0,136639	-0,000002	0,000000	-5,58094	0,000027

б)

Фиг. 9. Резултати от регресионния анализ на модел (3) за а) параметър  $y_1$  и б) параметър  $y_2$

На фиг. 8 е представена разширена матрица на експеримента F, получена чрез добавяне на променливите  $x_{11}$  и  $x_{22}$ . Опитните коефициенти на регресия  $b_0 = -0.043667$ ,  $b_1 = 0.108755$ ,  $b_2 = 0.000970$ ,  $b_{12} = 0.000302$  и  $b_{22} = 0.000002$  за параметър  $y_1$  и  $b_1 = 0.061590$ ,  $b_2 = 0.000153$ ,  $b_{12} = 0.000217$  и  $b_{22} = 0.000002$  за параметър  $y_2$  са значими, докато  $b_{11}$  за  $y_1$  и  $b_0$  и  $b_{11}$  за  $y_2$  се определят като незначими. Според получените коефициенти на определеност  $99.954082\%$  и  $99.314151\%$  от изменението на средното време за престой  $W$  и вероятността за загуби  $B$  е резултат действието на интензивността на постъпване на повикванията  $\lambda I$  и времето  $td$ , а останалите процентни части до  $100\%$  се дължат на неуправляемите (неотчени) фактори. Критериите на Фишър  $F(5;18) = 7836.4$  и  $F(5;18) = 521.30$ , както и вероятностите  $p < 0.0000 \ll 0.05$ , показват че формираните регресионни модели за  $y_1$  и  $y_2$  са адекватни. Представените резултати относно приложения регресионен



анализ дават основание модел (3) да бъде избран за описание на входните данни пред модели (1) и (2).

Определяне на влиянието на управляемите фактори  $x_1$  и  $x_2$  върху параметри  $y_1$  и  $y_2$ .

По правило определянето на степента на влияние на управляем фактор се осъществява на база на коефициента на определеност  $R^2$ , като при изключване на най-силния коефициента ще има най-малка стойност. Процесът на изключване на конкретен фактор се реализира като се игнорират променливите, съдържащи този фактор.

Regression Summary for Dependent Variable: y1 (data_model)						
R= .68423254 R <sup>2</sup> = .46817417 Adjusted R <sup>2</sup> = .41752409						
F(2,21)=9,2433 p<.00132 Std. Error of estimate: .03437						
N=24	b*	Std. Err. of b*	b	Std. Err. of b	t(21)	p-value
Intercept			0,016434	0,052963	0,310298	0,759393
x2	1,051717	1,113969	0,001136	0,001203	0,944117	0,355846
x22	-0,373397	1,113969	-0,000002	0,000006	-0,335195	0,740803

a)

Regression Summary for Dependent Variable: y1 (data_model)						
R= .72613578 R <sup>2</sup> = .52727317 Adjusted R <sup>2</sup> = .48225156						
F(2,21)=11,712 p<.00038 Std. Error of estimate: .03240						
N=24	b*	Std. Err. of b*	b	Std. Err. of b	t(21)	p-value
Intercept			0,030064	0,039971	0,752148	0,460310
x1	0,722006	0,838727	0,138906	0,161361	0,860836	0,399051
x11	0,004197	0,838727	0,000722	0,144326	0,005004	0,996055

б)

Фиг. 10. Изключване на факторите а)  $x_1$  и б)  $x_2$  за параметър  $y_1$

Въз основа на получените коефициенти на определеност  $R^2$  (0.46817417 за  $x_1$ ; 0.52727317 за  $x_2$ ) може да се каже, че факторът  $x_1$  (интензивността на постъпване на повикванията  $\lambda$ ) оказва по-голямо влияние върху изменението на параметъра  $y_1$  (средно време за престой в системата  $W$ ) спрямо това на  $x_2$  (времето  $td$ ).

Regression Summary for Dependent Variable: y2 (data_model)						
R= .17083271 R <sup>2</sup> = .02918382 Adjusted R <sup>2</sup> = ----						
F(2,21)=.31564 p<.73272 Std. Error of estimate: .01879						
N=24	b*	Std. Err. of b*	b	Std. Err. of b	t(21)	p-value
Intercept			0,038882	0,028958	1,342732	0,193694
x2	0,623165	1,505071	0,000272	0,000658	0,414044	0,683040
x22	-0,762577	1,505071	-0,000002	0,000003	-0,506672	0,617664

a)

Regression Summary for Dependent Variable: y2 (data_model)						
R= .97521783 R <sup>2</sup> = .95104981 Adjusted R <sup>2</sup> = .94638789						
F(2,21)=204,00 p<.00000 Std. Error of estimate: .00422						
N=24	b*	Std. Err. of b*	b	Std. Err. of b	t(21)	p-value
Intercept			0,003453	0,005205	0,663330	0,514336
x1	1,069371	0,269894	0,083256	0,021013	3,962195	0,000711
x11	-0,095850	0,269894	-0,006675	0,018794	-0,355139	0,726027

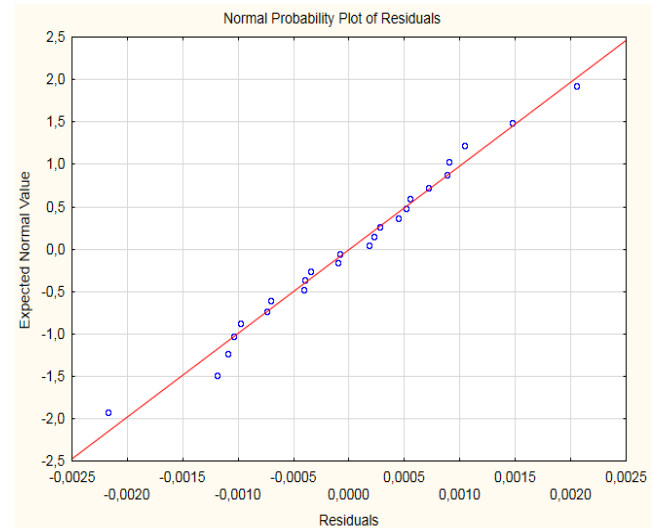
б)

Фиг. 11. Изключване на факторите а)  $x_1$  и б)  $x_2$  за параметър  $y_2$

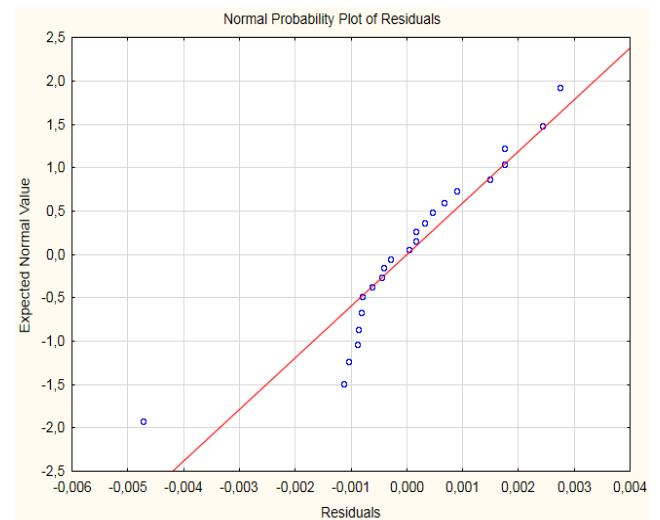
Базирайки се на резултатите за  $R^2$  (0.02918382 за  $x_1$ ; 0.95104981 за  $x_2$ ) по отношение на параметъра  $y_2$  (вероятност за загуби  $B$ ) може да бъде направено следното заключение – влиянието на фактора  $x_1$  (интензивността на постъпване на повикванията  $\lambda$ ) е изключително голямо спрямо изменението на параметъра  $y_2$  (вероятност за загуби  $B$ ), докато това на фактора  $x_2$  (времето  $td$ ) може да се определи като минимално.

Анализ на остатъците на модел в) относно параметри  $y_1$  и  $y_2$ .

Нормалната вероятностна графика, изобразява зависимостта на остатъците (Residuals)  $\epsilon_j$ , където  $j = 1, 2, \dots, 24$  (за конкретния случай), спрямо очакваните нормални стойности (Expected Normal Value) или т.нар.  $\alpha_j$  – квантили на случайната величина  $T$ , чието разпределение е нормираното случайно разпределение. Ако точките са близо разположени около линията от  $45^\circ$ , следва че имаме добро сходство между указаните величини. Отклонение по-голямо от  $45^\circ$  е индикация, че в набора от входни данни има такива, които са отдалечени от нормално разпределението.



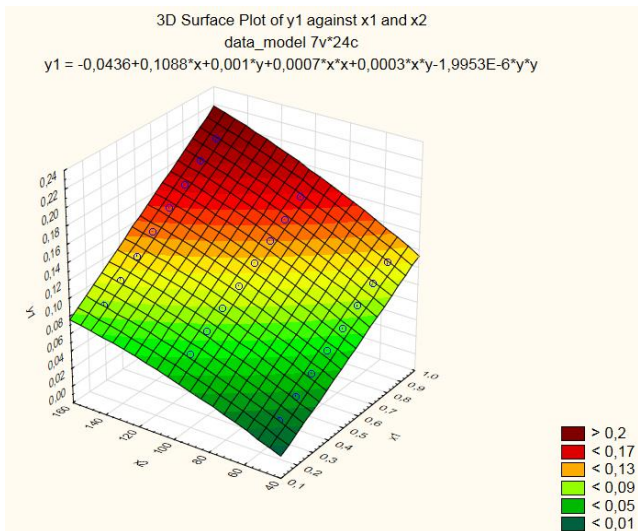
Фиг. 12. Нормална вероятностна графика на остатъците на модел (3) за параметър  $y_1$



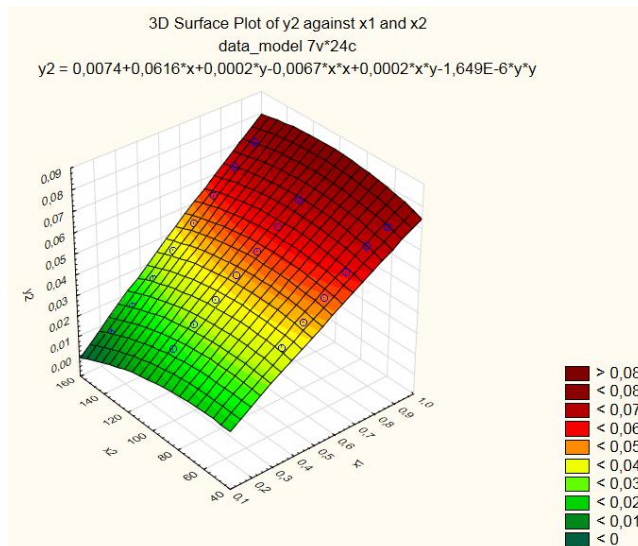
Фиг. 13. Нормална вероятностна графика на остатъците на модела (3) за параметър  $y_2$

По отношение на параметър  $y_1$  нанесените точки се разполагат в близост до права линия (фиг. 12), т.е. остатъците имат нормално разпределение. Вероятностната графика, представена на фиг. 13, показва че тенденцията се запазва за почти всички остатъци за параметър  $y_2$  (с изключение на една точка, разположена най-ниско вляво, и две точки разположени в околността на остатъчна стойност -0.001) като може да се приеме, че имаме сравнително добро сходство.

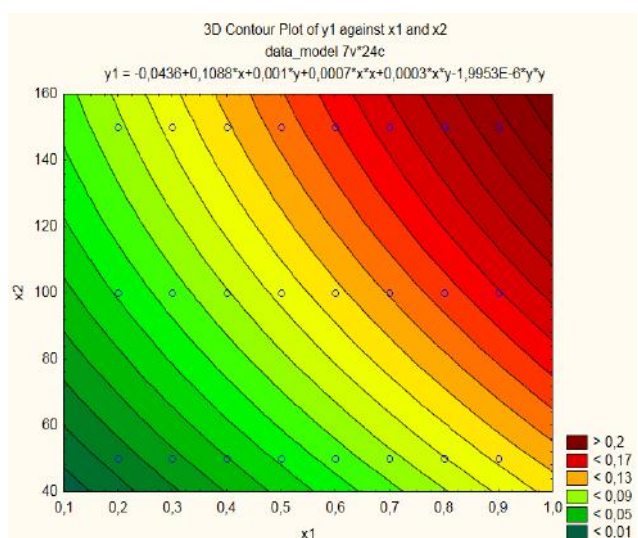
Графично представяне на регресионен модел (3) за параметри  $y_1$  и  $y_2$ .



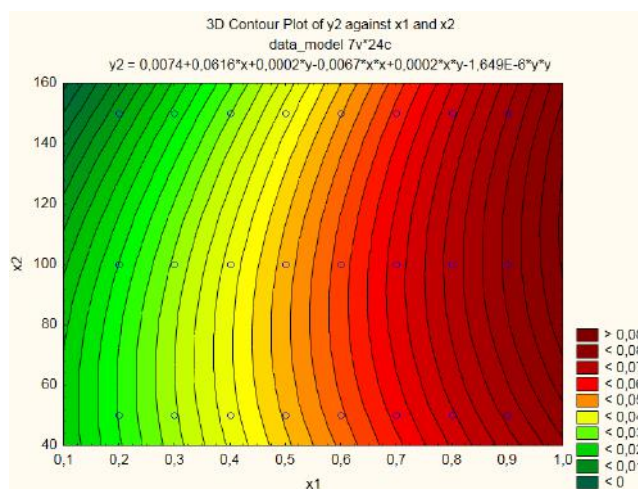
Фиг. 14. Повърхнина на отклика  $y_1 = f(x_1, x_2)$



Фиг. 16. Повърхнина на отклика  $y_2 = f(x_1, x_2)$



Фиг. 15. Линии на еднакъв отклик  $y_1 = f(x_1, x_2)$



Фиг. 17. Линии на еднакъв отклик  $y_2 = f(x_1, x_2)$

Формираните регресионни модели, обясняващи най-пълно изменението на средното време за престой  $W$  и вероятността за загуби  $B$ , описват повърхнини  $y_1 = f(x_1, x_2)$  и  $y_2 = f(x_1, x_2)$  в тримерното пространство, графично представени на фиг.14 и фиг.16. Линиите на еднакъв отклик, показани на фиг.15 и фиг.17, представляват сеченията на получените повърхнини с равнини успоредни на равнината  $x_1Ox_2$ . От фигурите се виждат областите на изменение на управляемите фактори  $x_1$  и  $x_2$ , в която параметрите  $y_1$  и  $y_2$  имат най-големи стойности, съответно при високи нива на фактора  $x_1$  и всички нива на изменение на фактора  $x_2$ .

*Избрани регресионни уравнения в краен вид.*

Изборът на регресионен модел е извършен спрямо получените най-високи коефициенти  $R^2$  за модел (3), съответно

$R^2 = 0,99954082$  и  $R^2 = 0,99314151$ , за параметри  $y_1$  и  $y_2$ , и значимостта на коефициентите на регресия  $b_i$ .

Регресионно уравнение за средното време за престой в системата  $W$ :

$$y_1 = -0.043637 + 0.108755x_1 + 0.000970x_2 + 0.000302x_1x_2 - 0.000002x_2^2 \quad (4)$$

Регресионно уравнение за вероятността за загуби  $B$ :

$$y_2 = 0.061590x_1 + 0.000153x_2 + 0.000217x_1x_2 - 0.000002x_2^2 \quad (5)$$

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

При преноса на глас по интернет мрежата в крайните терминали се използват детектори за активност на източника на говор с цел по-ефективно използване на наличната честотна лента. С помощта на тези детектори се предават пакети само през интервалите на активност, постигайки висока използваемост на ресурсите. В този случай източниците се наричат On-Off (включен-изключен, активен-пасивен). Интервалите на активност, съответстващи на говора на абоната, заемат около 35 – 40 % от продължителността на разговора. Интервалите на пасивност включват времето на слушане на другия абонат, паузите на обмисляне и вдишване.

В статията са представени телетрафичен модел на гласови източници, получените симулационни данни относно средното време за престой в системата  $W$  и вероятността за загуби  $B$  при имитационно моделиране и резултатите при изследване на влиянието на интензивността на постъпване на повикванията  $\lambda_1$  и времето  $td$  върху указаните параметри посредством апарата на регресионния анализ.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Митков А. Теория на експеримента. Изд. „Дунав прес“ Русе, 2011.
- [2] Alan Clark, “Embedded Passive Monitoring of Voice over IP Service Quality”, <http://ftp.tiaonline.org/tr-41/tr414/Public/2001-02-CostaMesa/TR41.4-01-02-005A-AlanClarkPresentationToTR414.ppt>
- [3] Angus Ma, “Voice Over IP (VoIP) Test and Analysis”, AHM Technology Corporation, 2000.
- [4] V Sethi, J Dixit & B Barr, “IP Telephony, Voice over IP (VoIP)”, [http://www.stuart.iit.edu/courses/tcm517/winter2001/classfiles/121801/Vishvash%20Sethi%20voip\\_combined.ppt](http://www.stuart.iit.edu/courses/tcm517/winter2001/classfiles/121801/Vishvash%20Sethi%20voip_combined.ppt)
- [5] Voice over IP: <http://test.bloophone.com/Technology.asp>
- [6] [www.radcom/inc.com/radcom/technlgy/pdf](http://www.radcom/inc.com/radcom/technlgy/pdf)