

ИЗСЛЕДВАНЕ НА ВЛИЯНИЕТО НА ИНТЕНЗИВНОСТТА НА ПОСТЪПВАНЕ НА ПОВИКВАНИЯТА λ_1 И РАЗМЕРА НА ОПАШКАТА q ВЪРХУ СРЕДНОТО ВРЕМЕ ЗА ПРЕСТОЙ В СИСТЕМАТА W И ВЕРОЯТНОСТТА ЗА ЗАГУБИ B НА ТЕЛЕТРАФИЧЕН МОДЕЛ НА ГЛАСОВИ ИЗТОЧНИЦИ**RESEARCH THE INFLUENCE OF THE INTENSITY OF RECEIVING CALLS λ_1 AND THE SIZE OF THE QUEUE q ON AVERAGE A RESIDENCE TIME FOR IN THE SYSTEM W AND THE PROBABILITY OF LOSSES B ON TELETRAFFIC MODEL OF VOICE SOURCES****Ивелина Стефанова Балабанова ***

Технически университет - Габрово

Георги Иванов Георгиев

Технически университет – Габрово

Статията е постъпила на 16 ноември 2015 г.; приета за отпечатване на 18 май 2016 г.

Abstract

The regression analysis is a method allows to study the relationship between a dependent variable y , and multiple independent variables x_1, x_2, \dots, x_n , which in statistical terms affect climate y . Independent variables are called factors, dependent parameters (responses) research facility. The essence of the analysis consists in the search for natural functional context of the type $y = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$, expressing the action of the effects of each of the independent dependent on (target) variable. In this work are presented results of research of the influence of the intensity of receiving calls λ_1 and size of the queue q on average downtime W and the probability of losses B on teletraffic model of voice sources with the use of regression analysis. The research is conducted with software Statistica.

Keywords: regression analysis, extended matrix of experiment; residuals; the coefficient of determination, intensity of entry.**ВЪВЕДЕНИЕ**

Регресионният анализ е метод, даващ възможност за изследване на връзката между зависима променлива y и множество независими променливи x_1, x_2, \dots, x_n , които в статистически смисъл влияят върху изменението на y . Независимите променливи се наричат фактори, а зависимите параметри (отклици) на изследвания обект. Същността на анализа се състои в търсене на естествена функционална връзка от вида $y = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$, изразяваща действието на ефектите на всяка от независимите върху зависимата (целева) променлива.

В настоящата работа са представени резултатите при изследване на влиянието на интензивността на постъпване на повикванията λ_1 и размера на опашката q върху средното време за престой W и вероятността за загуби B на телетрафичен модел на гласови източници с приложение на регресионния анализ. Изследването е реализирано с програмен продукт Statistica.

ИЗЛОЖЕНИЕ. РЕГРЕСИОНЕН АНАЛИЗ НА ТЕЛЕТРАФИЧЕН МОДЕЛ НА ГЛАСОВИ ИЗТОЧНИЦИ

На база на имитационно моделиране на телетрафичен модел на гласови източници са получени данни за средното време за престой в системата W и вероятността за загуби B при зададени интензивности на постъпване на повикванията λ_1 в диапазона от 0.2 до 0.9 и размер на опашката q равен на 50, 150 и 300 за всяка интензивност на постъпване. За целта на регресионния анализ са формирани параметрични групи на управля-

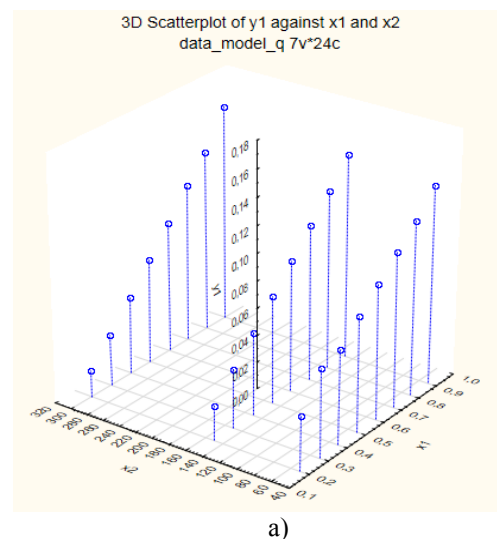
емите фактори - x_1 – интензивност на постъпване на повикванията λ_1 и x_2 – размер на опашката q , и параметрите (отклиците) на обекта - y_1 – средно време за престой в системата W , ms и y_2 – вероятност за загуби B , %. Триизмерно представяне на изходните данни е показано на фиг. 1.

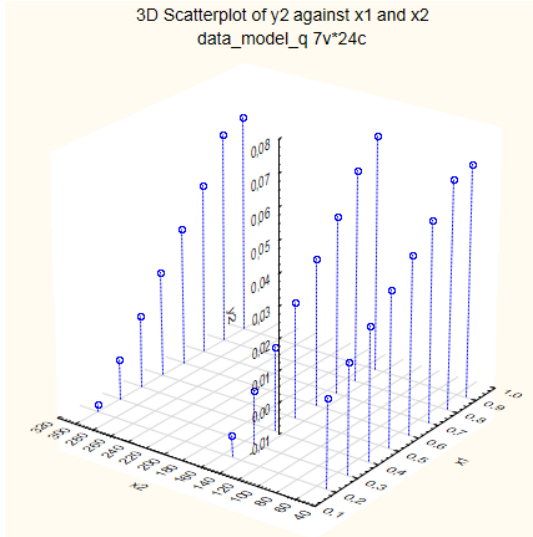
Решава се задачата за проверка на пригодността на следните регресионни модели.

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

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

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





б)

Фиг.1. 3D представяне на изходните данни за параметри а) y_1 и б) y_2

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

	1	2	3	4
	x1	x2	y1	y2
1	0,2	50	0,040117	0,0269
2	0,2	150	0,025705	0,00654
3	0,2	300	0,02	0,00213
4	0,3	50	0,064867	0,03375
5	0,3	150	0,04332	0,01617
6	0,3	300	0,037833	0,0122
7	0,4	50	0,069617	0,0406
8	0,4	150	0,060935	0,02579
9	0,4	300	0,057333	0,02228
10	0,5	50	0,084367	0,04745
11	0,5	150	0,07855	0,03542
12	0,5	300	0,076833	0,03235
13	0,6	50	0,099117	0,0543
14	0,6	150	0,096165	0,04504
15	0,6	300	0,096333	0,04243
16	0,7	50	0,113867	0,06115
17	0,7	150	0,11378	0,05467
18	0,7	300	0,115833	0,0525
19	0,8	50	0,1278	0,0698
20	0,8	150	0,1311	0,065
21	0,8	300	0,133	0,0651
22	0,9	50	0,145	0,07125
23	0,9	150	0,1496	0,0725
24	0,9	300	0,1595	0,0676

Фиг.2. Опитни данни

Regression Summary for Dependent Variable: y1 (data_model_q)						
R= ,98965819 R?=- ,97942334 Adjusted R?=- ,97746365						
F(2,21)=499,79 p<,00000 Std.Error of estimate: ,00611						
N=24	b*	Std.Err. of b*	b	Std.Err. of b	t(21)	p-value
Intercept			-0,001508	0,003820	-0,39479	0,696982
x1	0,987982	0,031302	0,171667	0,005439	31,56249	0,000000
x2	-0,057571	0,031302	-0,000022	0,000012	-1,83920	0,080068

а)

Regression Summary for Dependent Variable: y2 (data_model_q)						
R= ,97914663 R?=- ,95872812 Adjusted R?=- ,95479746						
F(2,21)=243,91 p<,00000 Std.Error of estimate: ,00456						
N=24	b*	Std.Err. of b*	b	Std.Err. of b	t(21)	p-value
Intercept			0,003542	0,002853	1,24125	0,228202
x1	0,946000	0,044332	0,086701	0,004063	21,33899	0,000000
x2	-0,252610	0,044332	-0,000052	0,000009	-5,69813	0,000012

б)

Фиг.3. Резултати от регресионния анализ на модел (1) за а) параметър y_1 и б) параметър y_2

След прилагане на регресионен модел (1) за опитните данни, представени на фиг.2, са получените коефициенти на определеност $R^2=0.97942334$ за y_1 и $R^2=0.95872812$ за y_2 (резултатите от анализа са представени на фиг. 2). Установено е, че 97.942334% от изменението на средното време за престой в системата W се обяснява посредством линейния модел, спрямо 95.872812% за вероятността за загуби B. Останалите 2.057666% и 4.127188% се дължат на действието на неуправляемите фактори. Коефициентите на регресия $b_1 = 0.171667$ за y_1 и $b_1 = 0.086701$ и $b_2=0.000052$ съответно за y_2 са значими при прието равнище на значимост $\alpha=0.05$. Оценките b_0 и b_1 спрямо параметър y_1 , както и b_0 по отношение на параметър y_2 са незначими. Модел (1) може да бъде приет за адекватен, съгласно изчисления критерий на Фишър $F(2,21)=499.79$, $F(2,21)=243.91$ и съответната му вероятност $p < 0.00000 \ll 0.05$ за параметри y_1 и y_2 . Следваща стъпка е да бъде потърсен регресионен модел, представящ по-пълно опитните данни.

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

	1	2	3	4	5
	x1	x2	x12	y1	y2
1	0,2	50	10	0,040117	0,0269
2	0,2	150	30	0,025705	0,00654
3	0,2	300	60	0,02	0,00213
4	0,3	50	15	0,064867	0,03375
5	0,3	150	45	0,04332	0,01617
6	0,3	300	90	0,037833	0,0122
7	0,4	50	20	0,069617	0,0406
8	0,4	150	60	0,060935	0,02579
9	0,4	300	120	0,057333	0,02228
10	0,5	50	25	0,084367	0,04745
11	0,5	150	75	0,07855	0,03542
12	0,5	300	150	0,076833	0,03235
13	0,6	50	30	0,099117	0,0543
14	0,6	150	90	0,096165	0,04504
15	0,6	300	180	0,096333	0,04243
16	0,7	50	35	0,113867	0,06115
17	0,7	150	105	0,11378	0,05467
18	0,7	300	210	0,115833	0,0525
19	0,8	50	40	0,1278	0,0698
20	0,8	150	120	0,1311	0,065
21	0,8	300	240	0,133	0,0651
22	0,9	50	45	0,145	0,07125
23	0,9	150	135	0,1496	0,0725
24	0,9	300	270	0,1595	0,0676

Фиг.4. Добавяне на $x_{12}=x_1*x_2$

Regression Summary for Dependent Variable: y1 (data_model_q)						
R= ,99728148 R?=- ,99457034 Adjusted R?=- ,99375589						
F(3,20)=1221,2 p<,00000 Std.Error of estimate: ,00321						
N=24	b*	Std.Err. of b*	b	Std.Err. of b	t(20)	p-value
Intercept						
x1	0,788331	0,031399	0,171572	0,003251	5,40563	0,000027
x2	-0,352996	0,042846	-0,000137	0,000017	-8,23880	0,000000
x12	0,377204	0,050499	0,000208	0,000028	7,46951	0,000000

а)

Regression Summary for Dependent Variable: y2 (data_model_q)						
R= ,98793294 R?=- ,97601150 Adjusted R?=- ,97241323						
F(3,20)=271,24 p<,00000 Std.Error of estimate: ,00356						
N=24	b*	Std.Err. of b*	b	Std.Err. of b	t(20)	p-value
Intercept			0,014292	0,003604	3,96558	0,000762
x1	0,732734	0,065999	0,067155	0,006049	11,10227	0,000000
x2	-0,568181	0,090058	-0,000116	0,000018	-6,30907	0,000004
x12	0,402928	0,106145	0,000117	0,000031	3,79601	0,001133

б)

Фиг.5. Резултати от регресионния анализ на модел (2) за а) параметър y_1 и б) параметър y_2

На фиг. 4 е представена разширена матрица на експеримента, получена след добавяне на променливата x_{12} . Коефициентът пред новата променлива b_{12} отразява взаимодействието на управляемите фактори x_1 и x_2 , което означава че влиянието на единия фактор върху параметрите y_1 и y_2 е зависещо от това на какво ниво е другият фактор. Съгласно коефициентите на определеност $R^2=0.99457034$ и $R^2=0.98793294$ за параметри y_1 и y_2 , резултат от проверка на пригодността на модел (2) – фиг. 5, спрямо $R^2=0.97942334$ и $R^2=0.95872812$ показват, че този модел е по-добър от линейния модел. При $\alpha=0.05$ коефициентите на регресия $b_0=0.017572$, $b_1=0.136976$, $b_2=0.000137$ и $b_{12}=0.000208$ за параметрите y_1 и $b_0=0.014292$, $b_1=0.067155$, $b_2=-0.000116$ и $b_{12}=0.000117$ са значими. Критерият на Фишър $F(3,20)=1221.2$, $F(3,20)=1221.2$ и неговата вероятност $p < 0.00000 \ll 0.05$ показват, че проверяваната нулева хипотеза H_0 се отхвърля като невярна, т.е. модел (2) може да се счита за адекватен.[5]

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	0.040117	0.0269
2	0.2	150	30	0.04	22500	0.025705	0.00654
3	0.2	300	60	0.04	90000	0.02	0.00213
4	0.3	50	15	0.09	2500	0.064867	0.03375
5	0.3	150	45	0.09	22500	0.04332	0.01617
6	0.3	300	90	0.09	90000	0.037833	0.0122
7	0.4	50	20	0.16	2500	0.069617	0.0406
8	0.4	150	60	0.16	22500	0.060935	0.02579
9	0.4	300	120	0.16	90000	0.057333	0.02228
10	0.5	50	25	0.25	2500	0.084367	0.04745
11	0.5	150	75	0.25	22500	0.07855	0.03542
12	0.5	300	150	0.25	90000	0.076833	0.03235
13	0.6	50	30	0.36	2500	0.099117	0.0543
14	0.6	150	90	0.36	22500	0.096165	0.04504
15	0.6	300	180	0.36	90000	0.096333	0.04243
16	0.7	50	35	0.49	2500	0.113867	0.06115
17	0.7	150	105	0.49	22500	0.11378	0.05467
18	0.7	300	210	0.49	90000	0.115833	0.0525
19	0.8	50	40	0.64	2500	0.1278	0.0698
20	0.8	150	120	0.64	22500	0.1311	0.065
21	0.8	300	240	0.64	90000	0.133	0.0651
22	0.9	50	45	0.81	2500	0.145	0.07125
23	0.9	150	135	0.81	22500	0.1496	0.0725
24	0.9	300	270	0.81	90000	0.1595	0.0676

Фиг.6. Добавяне на $x_{11}=x_1*x_1$ и $x_{22}=x_2*x_2$

Regression Summary for Dependent Variable: y1 (data_model_q)						
R= .99814983 R ² = .99630308 Adjusted R ² = .99527616						
F(5,18)=970.18 p<.00000 Std.Error of estimate: .00280						
N=24	b*	Std. Err. of b*	b	Std. Err. of b	t(18)	p-value
Intercept			0.025551	0.004548	5.61859	0.000025
x1	0.704858	0.083419	0.122472	0.014494	8.44960	0.000000
x2	-0.555895	0.083765	-0.000215	0.000032	-6.63634	0.000003
x12	0.377204	0.043923	0.000208	0.000024	8.58776	0.000000
x11	0.084842	0.080114	0.013185	0.012451	1.05901	0.303600
x22	0.206568	0.076376	0.000000219	0.000000	2.70464	0.014508

а)

Regression Summary for Dependent Variable: y2 (data_model_q)						
R= .99480617 R ² = .98963932 Adjusted R ² = .98676135						
F(5,18)=343.87 p<.00000 Std.Error of estimate: .00247						
N=24	b*	Std. Err. of b*	b	Std. Err. of b	t(18)	p-value
Intercept			0.018261	0.004016	4.54761	0.000249
x1	0.88862	0.139650	0.081442	0.012799	6.36321	0.000005
x2	-1.16098	0.140229	-0.000237	0.000029	-8.27916	0.000000
x12	0.40293	0.073531	0.000117	0.000021	5.47970	0.000033
x11	-0.15844	0.134117	-0.012988	0.010994	-1.18137	0.252830
x22	0.60352	0.127858	0.000000338	0.000000	4.72022	0.000171

б)

Фиг.7. Резултати от регресионния анализ на модел (3) за а) параметър y_1 и б) параметър y_2

След добавяне на променливите x_{11} се x_{22} се получава разширена матрица на експеримента F, съответстваща на модела от втора степен (фиг. 6). Коефициенти на детерминация $R^2=0.99630308$ и $R^2=0.98963932$ показват, че 99.630308% от изменението на параметър y_1 и 98.963932% от това на y_2 се дължат на управляемите фактори x_1 и x_2 , докато 0.369692% и 1.036068% са резултат от неотчетеното въздействие на неуправляемите фактори. Проверяваната хипотезата H_0 , относно значимостта на коефициентите на регресия, се отхвърля като невярна за коефициенти $b_0 = 0.025551$, $b_1 = 0.122472$, $b_2 = -0.000215$, $b_{12} = 0.000208$ и $b_{22} = 0.000000219$ за параметър y_1 и $b_0 = 0.018261$, $b_1 = 0.081442$, $b_2 = -0.000237$, $b_{12} = 0.000117$ и $b_{22} = 0.000000338$ по отношение на параметър y_2 , т.е. коефициентите за значими. Като незначим се определя коефициентът на регресия $b_{11} = 0.013185$ и $b_{11} = -0.012988$ за параметри y_1 и y_2 , т.е. хипотезата H_0 не се отхвърля. Моделът е адекватен, съгласно критерия на Фишър $F(5,18)=970.18$, $F(5,18)=343.87$ и вероятността му $p < 0.0000 \ll 0.05$. Получените коефициенти на определеност превъзхождат в минимална степен тези при модел (2), но това дава основание регресионен модел (3) да бъде предпочетен при описване на опитните данни на телетрафичния модел на гласови източници.

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

Regression Summary for Dependent Variable: y1 (data_model_q)						
R= .06940373 R ² = .00481688 Adjusted R ² = -----						
F(2,21)=.05082 p<.95056 Std. Error of estimate: .04246						
N=24	b*	Std. Err. of b*	b	Std. Err. of b	t(21)	p-value
Intercept			0.097591	0.031056	3.142471	0.004917
x2	-0.260471	1.160145	-0.000101	0.000450	-0.224516	0.824526
x22	0.206568	1.160145	0.000000	0.000001	0.178054	0.860387

а)

Regression Summary for Dependent Variable: y1 (data_model_q)						
R= .98809878 R ² = .97633920 Adjusted R ² = .97408579						
F(2,21)=433.27 p<.00000 Std. Error of estimate: .00655						
N=24	b*	Std. Err. of b*	b	Std. Err. of b	t(21)	p-value
Intercept			-0.001930	0.008076	-0.238942	0.813467
x1	0.904509	0.187642	0.157163	0.032604	4.820397	0.000092
x11	0.084842	0.187642	0.013185	0.029162	0.452146	0.655799

б)

Фиг.8. Изключване на факторите а) x_1 и б) x_2 за параметър y_1

Regression Summary for Dependent Variable: y2 (data_model_q)						
R= .27683236 R ² = .07663615 Adjusted R ² = -----						
F(2,21)=.87147 p<.43293 Std. Error of estimate: .02157						
N=24	b*	Std. Err. of b*	b	Std. Err. of b	t(21)	p-value
Intercept			0.058443	0.015779	3.703953	0.001316
x2	-0.845408	1.117499	-0.000173	0.000228	-0.756518	0.457743
x22	0.603519	1.117499	0.000000	0.000001	0.540062	0.594836

а)

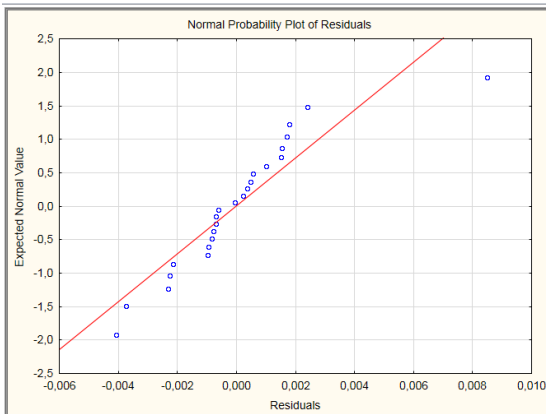
Regression Summary for Dependent Variable: y2 (data_model_q)						
R= .94642473 R ² = .89571978 Adjusted R ² = .88578833						
F(2,21)=90.190 p<.00000 Std. Error of estimate: .00725						
N=24	b*	Std. Err. of b*	b	Std. Err. of b	t(21)	p-value
Intercept			-0.008311	0.008943	-0.929291	0.363298
x1	1.101886	0.393928	0.100988	0.036103	2.797179	0.010798
x11	-0.158441	0.393928	-0.012988	0.032292	-0.402209	0.691594

б)

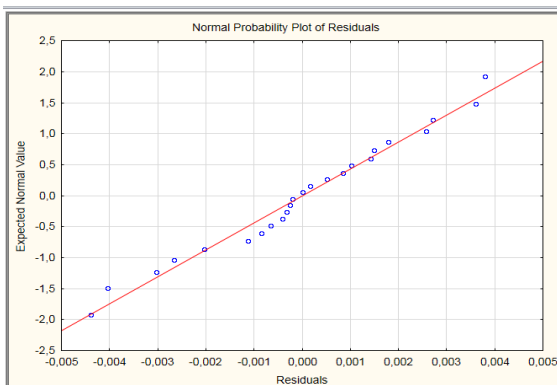
Фиг.9. Изключване на факторите а) x_1 и б) x_2 за параметър y_2

Съгласно правилото за определяне на степента на влияние на управляемите фактори върху даден параметър на обекта, коефициентът на определеност R^2 ще има най-малка стойност при изключване на фактора с най-силно влияние. На фиг. 8 и фиг. 9 са показани резултатите при последователно изключване на факторите x_1 и x_2 за параметрите y_1 и y_2 . Получени са следните групи коефициенти 1) $R^2 = 0.0481688$ и $R^2 = 0.97633920$ за средното време за престой в системата W и 2) $R^2 = 0.07663615$ и $R^2 = 0.89571978$ за вероятността за загуби В. Въз основа на резултатите може да бъде направен изводът, че интензивността на постъпване на повикванията λ_1 има много по-силно влияние върху параметрите на телетрафикния модел на гласови източници, по-ясно изразено при параметър y_1 в сравнение с y_2 , спрямо това на размера на опашката q. [4]

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



Фиг.10. Нормална вероятностна графика на остатъците на модела (3) за параметър y_1

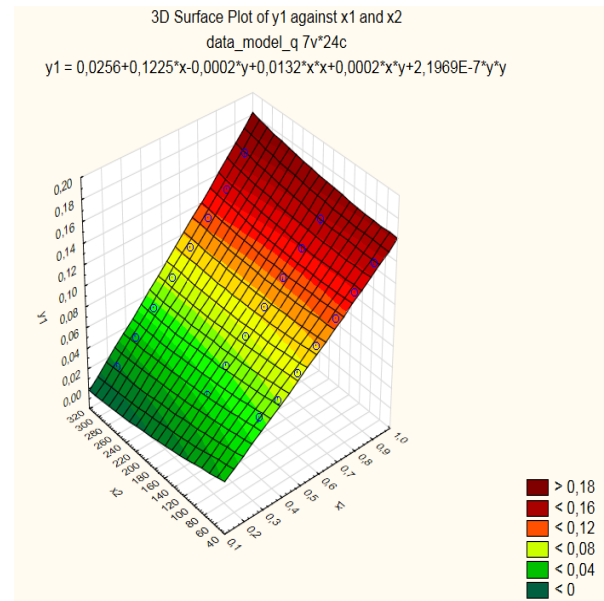


Фиг.11. Нормална вероятностна графика на остатъците на модела (3) за параметър y_2

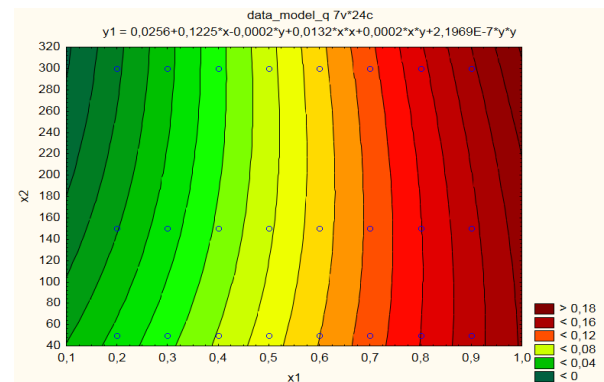
Нормалната вероятностна графика, че получава при изобразяване на остатъците (Residuals) ϵ_j като $j=1, 2, \dots, 27$ спрямо α_j – квантилите на случайната величина T, чието разпределение е нормираното случайно разпределение. Остатъците се определят като разликите между опитните и изчислени стойности за параметъра y по съответния регресионен модел. От построените графики за модел (3), представени на фиг. 10 и фиг. 11, се вижда, че остатъчните стойности се разполагат в по-добро приближение до права линия за параметър y_2 спрямо тези за y_1 . Следователно за всички нанесени точки по отношение на y_2 и y_1 се наблюдават много добро и сравнително добро сходство между указаните графични

величини (остатъците имат нормално разпределение). Изключение прави една точка, разположена около стойност на остатъците 0.008, по отношение на средното време за престой в системата W.

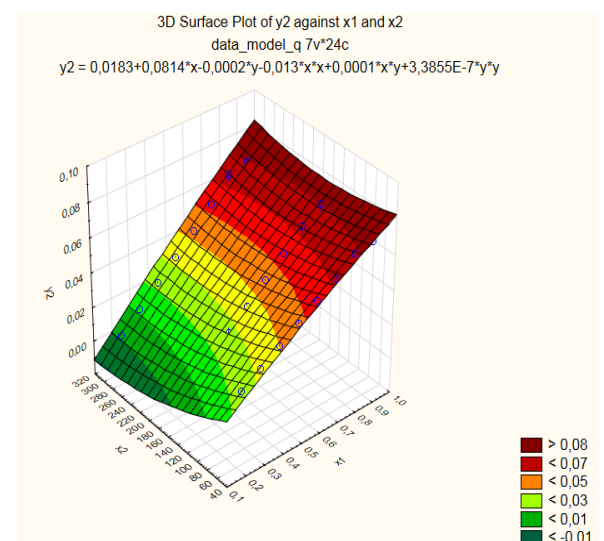
Графично представяне на регресионен модел (3) за параметрите y_1 и y_2 .



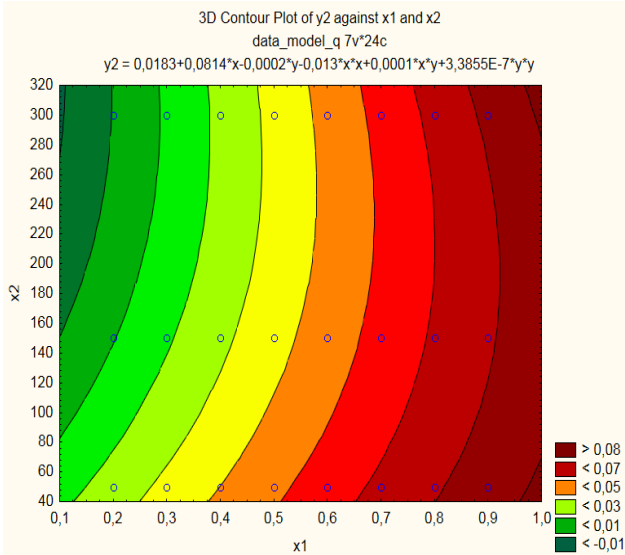
Фиг.12. Повърхнина на отклика $y_1 = f(x_1, x_2)$



Фиг.13. Линии на еднакъв отклик $y_1 = f(x_1, x_2)$



Фиг.14. Повърхнина на отклика $y_2 = f(x_1, x_2)$



Фиг. 15. Линии на еднакъв отклик $y_2 = f(x_1, x_2)$

Генерирани са повърхнините на отклик $y_1 = f(x_1, x_2)$ и $y_2 = f(x_1, x_2)$, дадени на фиг. 12 и фиг. 14, както и линиите на еднакъв отклик $y_1 = f(x_1, x_2)$ и $y_2 = f(x_1, x_2)$, представени съответно на фиг. 13 и фиг. 15, за построени за регресионен модел (3). Наблюдаваните области на изменение, в които параметрите на обекта y_1 и y_2 имат най-големи стойности, са при вариране на управляемия фактор x_1 в горни нива и всички нива на фактора x_2 .

Избрани регресионни уравнения в краен вид:

Регресионно уравнение в краен вид за средното време за престой в системата W :

$$y_1 = 0,025551 + 0,122472x_1 - 0,000215x_2 + 0,000208x_1x_2 + 0,000000219x_2^2 \quad (4)$$

Регресионно уравнение в краен вид за вероятността за загуби B :

$$y_2 = 0,018261 + 0,081442x_1 - 0,000237x_2 + 0,000117x_1x_2 + 0,000000338x_2^2 \quad (5)$$

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Базирайки се на получените резултати от проведен регресионен анализ е установено, че модела от втора степен описва най-пълно опитните данни на обекта спрямо останалите модели. Извършените процедури по последователно изключване на управляемите фактори и построените повърхнини на отклик и линии на еднакъв отклик показват, че влиянието на интензивността на постъпване на повикванията λ_1 върху изменението на средното време за престой в системата W и вероятността за загуби B е значително по-силно от това на размера на опашката q . Аналогични разсъждения могат да бъдат направени и при изследване на влиянието на интензивността на постъпване на повикванията λ_1 и времето td върху целевите параметри на телетрафичния модел на гласови източници. Резултатите и тук показват, че фактора λ_1 се характеризира с по-голямо влияние, определящо го като фактор с особена значимост на влияние върху параметрите на телетрафичните комуникационни системи.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Митков А. Теория на експеримента. Изд. „Дунав прес“, Русе, 2011.
- [2] Митков А. Теория на експеримента. Изд. „Дунав прес“, Русе, 2011.
- [3] Митков А. Теория на експеримента – кратък терминологичен речник. 2009. http://ecet.ecs.uniruse.bg/else/subjects/c610/download/lectures_1_1576_bg.pdf
- [4] Iliev, T., G. Hristov, P. Zahariev, M. P. Iliev. Performance of the Duo-Binary Turbo Codes in WiMAX Systems. Novel Algorithms and Techniques in Telecommunications and Networking, Springer, USA, 2010, ISBN 978-90-481-3661-2, pp 161-165. /от 2008г./
- [5] Mihail Iliev, Borislav Bedzhev. An Algorithm for Synthesis of Binary Phase Manipulated Signals with Optimal Periodic Auto-Correlation Properties. IEEE Black Sea Com 2015 18-21 may 2015 Constanca Romania
- [6] Mathworks. Discriminant Analysis – Q-Q plot. 2015.
- [7] Voice over IP: [//test.bloophone.com/Technology.asp](http://test.bloophone.com/Technology.asp)
- [8] www.radcom/inc.com/radcom/technlgy/pdf
- [9] <http://www.mathworks.com/help/stats/discriminant-analysis.html>