

Мащенко М.А.

*д.е.н., проф. Національний технічний університет «Харківський
політехнічний інститут», м. Харків, Україна*

Пономаренко О.О.

*к.е.н., доц., доцент кафедри менеджменту, логістики та інновацій.
Харківського національного економічного університету імені Семена Кузнеця,
м. Харків, Україна*

Швець А.Д.

*аспірантка Національний технічний університет «Харківський
політехнічний інститут», м. Харків, Україна*

АЛГОРИТМИ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТІ РЕКЛАМИ В ЦИФРОВИХ СОЦІАЛЬНИХ ПЛАТФОРМАХ ДЛЯ РОЗВИТКУ ІННОВАЦІЙНОГО ПІДПРИЄМНИЦТВА

У сучасних умовах розвитку цифрових технологій соціальні медіа стають важливим інструментом для просування товарів та послуг. Проте визначення ефективності рекламних кампаній у цьому середовищі є складним завданням через багатофакторність впливу та динамічність змін. Використання економетричних моделей для оцінки ефективності рекламної діяльності дозволяє не лише оцінити поточні результати, але й спрогнозувати їх на майбутнє. Це забезпечує підприємства актуальною інформацією для прийняття обґрунтованих рішень у сфері інтернет-маркетингу, що підвищує їхню конкурентоспроможність.

Теорія та практика використання соціального медіа маркетингу задля цілеспрямованої популяризації товарів чи послуг компанії була розглянута та викладена у працях Холліса Н. [3], Шмітта Г. [5], Башинської [1], Бергоф Дж. [2], Мура С. [4], Стелзнера М. [6] та інших науковців. Але як у працях зарубіжних так і у працях вітчизняних науковців огляд даної теми мав, як правило, глобальний характер, без приділення уваги аналізу процесу моделювання невеликих рекламних кампаній у соціальних медіа середовищах.

Метою дослідження є побудова економетричної моделі оцінки ефективності рекламної кампанії на цифрових соціальних платформах. Завданнями

дослідження є аналіз факторів, які впливають на показник ефективності, прогнозування майбутніх значень цього показника та визначення ключових факторів, що мають найбільший вплив. На основі даних, що включають витрати на рекламу, кількість кліків, покази, CTR, конверсії, CPL, CPC, здійснюється побудова моделі, яка дозволяє комплексно оцінити результати кампанії та оптимізувати її складові. Схема дослідження ефективності рекламної кампанії на цифрових соціальних платформах: побудова економетричної моделі для оцінки залежності; прогнозування; економічна інтерпретація результатів.

Для визначення ефективності кампанії з інтернет-маркетингу, та прогнозування майбутніх показників доцільним буде використання економетричної моделі. Для аналізу маємо дані про процес проведення кампанії у сфері інтернет-маркетингу за 41 період. Необхідно визначити прогностичні значення щодо ефективності даної маркетингової кампанії, та фактори, що мають найбільший вплив на показник ефективності.

Представлені дані щодо: період – X_1 ; витрат на рекламу (Spend) – X_2 ; відсоткового значення цих витрат з додатковими витратами (%) – X_3 ; кількість кліків, що принесла ця реклама (Clicks) – X_4 ; покази, які забезпечує ця реклама (Reach) – X_5 ; CTR – X_6 ; ціна за клік (CPC), яка є нашою залежною змінною – X_7 ; конверсії (Leads) – X_8 ; ціна за конверсію (CPL) – X_9 .

Маємо ряд даних стосовно ефективності використання певної рекламної кампанії у інтернет мережі (перераховані вище), першим етапом є визначення факторів, що мають значний вплив на залежну змінну (табл. 1).

Таблиця 1

Вихідні дані для побудови економетричної моделі

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Date	Spend	%	Clicks	Reach	CPC	CTR	Leads	CPL
1	1	435,64	500,986	8415	317818	0,058766	3,415995	26	23,8753
2	2	412,69	445,7052	8237	294806	0,056029	3,435696	31	18,9865
3	3	437,34	472,3272	8384	302036	0,057923	3,506362	23	26,2875
4	4	480,09	518,4972	9437	394404	0,065187	2,948619	30	19,36694
5	5	510,86	551,7288	10208	433980	0,067053	2,951043	33	19,84194
6	6	501,59	541,7172	9160	411325	0,070766	2,848543	39	16,61453
7	7	605,79	654,2532	10724	463890	0,071031	2,898247	30	20,59242
8	8	580,26	626,6808	10223	402960	0,067468	3,111155	30	19,06239
9	9	520,12	561,7296	8533	356293	0,074398	2,951822	38	14,78923
10	10	528,38	570,6504	8332	313265	0,076641	3,208836	31	17,13199
11	11	503,15	543,4072	8557	336003	0,079248	2,967067	30	17,6075

Оскільки у даному випадку кількість змінних, що мають значний вплив на результуючу змінну буде досить велика, то побудуємо лінійну багатофакторну модель і визначимо усі її основні характеристики.

Для лінійної залежності:

$$Y = a_0 + a_1X_1 + a_2X_2 + a_3X_3 + a_4X_4 + a_5X_5 + a_6X_6 + a_7X_7 + a_8X_8 + a_9X_9 \quad (1).$$

Вибір рівняння множинної регресії включає наступні етапи: відбір факторів-аргументів; вибір рівняння зв'язку; визначення числа спостережень, необхідних для отримання незміщені оцінок.

Перевіримо статистичну значимість параметрів моделі, адекватність моделі за критерієм Фішера, результати зазначені на рис. 1.

N=41	b*	Std.Err. of b*	b	Std.Err. of b	t(32)	p-value
Intercept			0,087804	0,009346	9,39520	0,000000
Date	0,34066	0,129673	0,000292	0,000111	2,62709	0,013109
Spend	3,11742	1,303279	0,000233	0,000097	2,39198	0,022804
%	-1,53897	1,318405	-0,000106	0,000091	-1,16730	0,251714
Clicks	-2,30358	0,344756	-0,000009	0,000001	-6,68177	0,000000
Reach	0,39011	0,240490	0,000000	0,000000	1,62214	0,114586
CTR	-0,11526	0,057501	-0,003621	0,001807	-2,00449	0,053541
Leads	-0,00062	0,107911	-0,000001	0,000118	-0,00571	0,995483
CPL	-0,06756	0,051122	-0,000131	0,000099	-1,32159	0,195675

Рис. 1. Оцінка статистичної значимості параметрів моделі

Звідси бачимо, що параметри Date (X1), Spend (X2), Clicks (X4), статистично значимі. Це доводить те, що вони значимо впливають на залежну змінну.

При перевірці гіпотези про значимість регресійної моделі виявлено, що модель можна вважати значимою оскільки розрахункове значення критерію Фішера перевищує табличне $F > F_{tabl}(2,30)$ і ймовірність помилки дорівнює 0.

Для перевірки на наявність мультиколінеарності в моделі розглянемо матрицю парних кореляцій. Розглядаючи матрицю парних кореляцій можна зробити висновок про тісний зворотній зв'язок фактору Date (X1), Clicks (X4), на результуючу змінну та інших факторів, та незначний вплив факторів CTR (X6), CPL (X9). Проведемо дослідження характеристик моделі за допомогою частинних кореляцій. Частинний коефіцієнт вказує на вплив відповідного фактору за умови, що інші фактори не впливають на цей зв'язок, як бачимо найбільший вплив мають Date (X1), Spend (X2), Clicks (X4).

Для оцінки ступеня мультиколінеарності за методом Ферара–Глобера необхідно зробити одну з незалежних змінних залежною. Таким чином, не виявлено тісного зв'язку між статистично значущими факторами, але дані фактори мають зв'язок з незначущими параметрами. При $t_{tabl} = 2,03$ виявляємо тісний лінійний зв'язок між факторами Spend % (X3), Clicks (X4), Reach (X5).

Розглянемо значення за статистикою Дарбіна-Уотсона. Оскільки $du < DW < 4 - du$ – то приймається гіпотеза про відсутність автокореляції і можна побачити яким чином виглядає розподіл помилок на рис. 2.

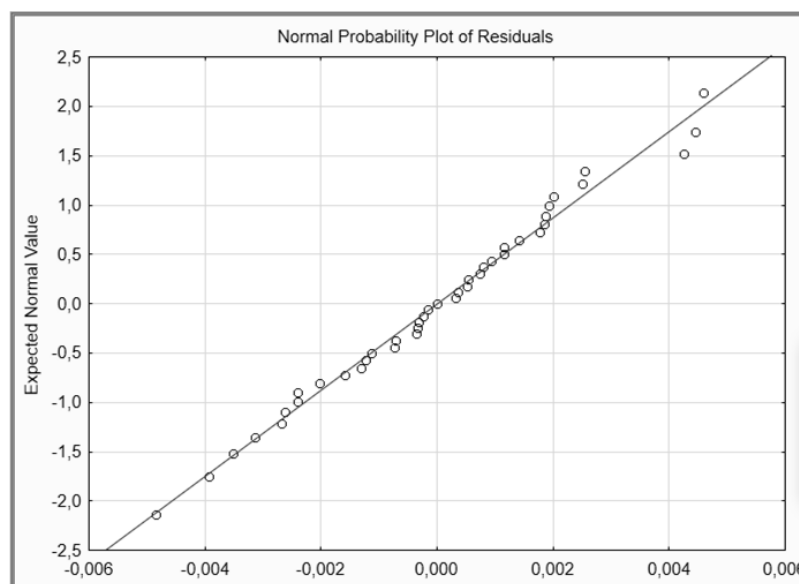


Рис. 2. Графік розподілу помилок на нормальному ймовірнісному папері
Також чітко зображує розподіл помилок гістограма на рис. 3.

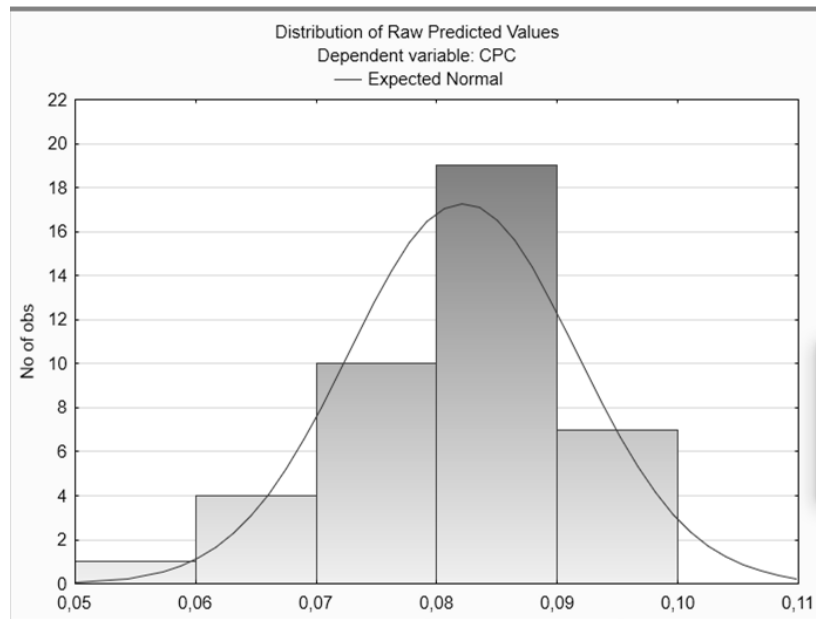


Рис. 3. Гістограма розподілу помилок

Далі проведемо побудову моделі за допомогою методу покрокового включення, результати покрокового включення показані на рис. 4.

Summary of Stepwise Regression; DV: CPC (PSEP_INDZ)							
Variable	Step +in/-out	Multiple R	Multiple R-square	R-square change	F - to entr/rem	p-value	Variables included
Date	1	0,885050	0,783313	0,783313	140,9833	0,000000	1
Spend	2	0,919662	0,845778	0,062465	15,3912	0,000354	2
Clicks	3	0,959776	0,921170	0,075392	35,3866	0,000001	3
Reach	4	0,970727	0,942312	0,021141	13,1931	0,000868	4
CTR	5	0,973011	0,946751	0,004439	2,9179	0,096457	5
CPL	6	0,975491	0,951583	0,004832	3,3932	0,074202	6
%	7	0,976506	0,953564	0,001981	1,4075	0,243948	7

Рис. 4. Результати покрокової регресії включення

Далі проведемо побудову моделі за допомогою методу покрокового виключення (рис. 5).

Regression Summary for Dependent Variable: CPC (PSEP_INDZ)						
R= ,96262649 R²= ,92664975 Adjusted R²= ,92070244 F(3,37)=155,81 p<0,0000 Std.Error of estimate: ,00289						
N=41	b*	Std.Err. of b*	b	Std.Err. of b	t(37)	p-value
Intercept			0,107099	0,004615	23,2081	0,000000
Spend	1,75846	0,136587	0,000131	0,000010	12,8743	0,000000
Clicks	-2,39089	0,133317	-0,000009	0,000001	-17,9338	0,000000
CTR	-0,22407	0,048471	-0,007040	0,001523	-4,6227	0,000045

Рис. 5. Результати покрокової регресії виключення

$$Y = 0,107099 + 0,000131X_2 - 0,000009X_4 - 0,007040X_6 \quad (2).$$

Отже, модель, що була побудована за допомогою методу покрокового виключення має найкращі показники, тож саме її варто використовувати для подальшого аналізу і побудови прогнозу. Це означає, що ми побудували модель методом покрокової регресії виключення, що має 3 значимих змінних, серед яких витрати, кількість кліків та показник CTR, а показник CPC є результуючою змінною. Подальший етап – це побудова адаптивних моделей для короткострокового прогнозування кожного з факторів. Проведемо експоненційне згладжування вихідних даних показника «Clicks» (рис. 6).

Exp. smoothing: S0=8504, T0=-179, (PSEP_INDZ, Lin.trend,no season; Alpha= ,908 Gamma=0,00 CLICKS	
Summary of error	Error
Mean error	6,8084538
Mean absolute error	668,2748671
Sums of squares	38308332,9775123
Mean square	934349,5848174
Mean percentage error	-3,4395585
Mean abs. perc. error	13,2523097

Рис. 6. Результати експоненційного згладжування

Як бачимо, MAPE моделі має задовільне значення (в межах 20%).

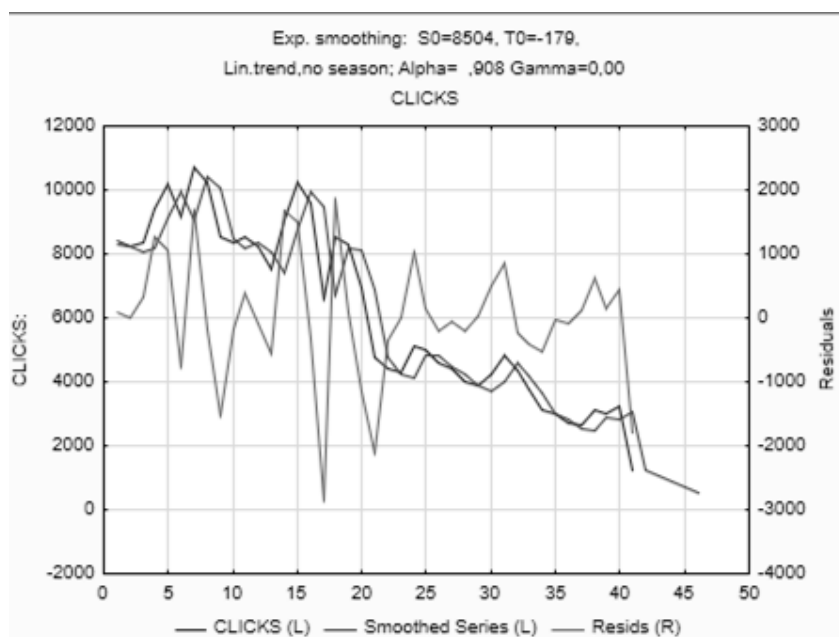


Рис. 7. Графік вихідних даних, згладжених і прогнозних

Як результат, отримуємо прогнозні значення на 5 періодів вперед згідно з моделлю, що не включає сезонність та залежить від лінійного тренду (рис. 8).

Case	CLICKS	Smoothed Series	Resids		
33	3795,00	4203,46	-408,46		
34	3138,00	3653,70	-515,70		
35	2984,00	3006,57	-22,57		
36	2730,00	2807,20	-77,20		
37	2666,00	2558,23	107,77		
38	3110,00	2477,21	632,79		
39	3017,00	2872,91	144,09		
40	3262,00	2824,87	437,13		
41	1260,00	3042,91	-1782,91		
42		1245,15			
43		1066,28			
44		887,40			
45		708,53			
46		529,65			

Рис. 8. Прогноз для показника кліків

Проведемо експоненційне згладжування вихідних даних «Spend».

Проведемо аналіз ряду даних стосовно витрат з результатами на рис. 9.

		Exp. smoothing: S0=440,0 T0=-8,75 (PSEP_INDZ; Lin.trend,no season; Alpha=,335 Gamma=,097 SPEND			
Summary of error	Error				
Mean error	-3,034601998				
Mean absolute error	53,413610174				
Sums of squares	224816,055653209				
Mean square	5483,318430566				
Mean percentage error	-5,146499041				
Mean abs. perc. error	15,952588441				

Рис. 9. Результати експоненційного згладжування

Як бачимо, MAPE моделі має задовільне значення (в межах 20%).

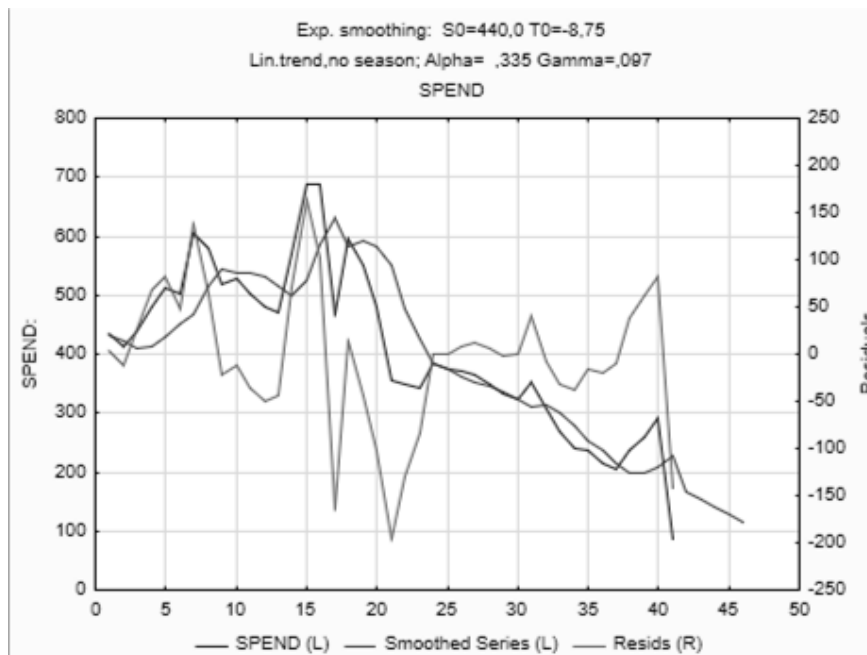


Рис. 10. Графік вихідних даних, згладжених і прогнозних

Отримуємо прогнозні значення на 5 періодів вперед згідно з моделю, що не включає сезонність та залежить від лінійного тренду (рис. 11).

Exp. smoothing: S0=440,0 T0=-8,75 (PSEP_INDZ)					
Lin.trend,no season; Alpha= ,335 Gamma=,097					
SPEND					
Case	SPEND	Smoothed Series	Resids		
28	350,0500	344,7250	5,325		
29	332,9000	335,1059	-2,206		
30	322,2400	322,8923	-0,652		
31	351,2800	311,1780	40,102		
32	306,8000	314,4195	-7,619		
33	269,1300	301,4267	-32,297		
34	241,5800	279,1175	-37,538		
35	238,6300	253,8329	-15,203		
36	215,8700	235,5364	-19,666		
37	206,2900	215,1055	-8,816		
38	236,8200	198,0232	38,797		
39	259,5600	198,1518	61,408		
40	290,4400	207,8506	82,589		
41	85,6900	227,3289	-141,639		
42		167,0881			
43		154,2964			
44		141,5046			
45		128,7129			
46		115,9212			

Рис. 11. Прогноз для показника витрат

Проведемо експоненційне згладжування вихідних даних (CTR) (рис. 12).

	Exp. smoothing: S0=3,418 T0=-,005 (PSEP_INDZ; Lin.trend,no season; Alpha= ,864 Gamma=0,00 CTR			
Summary of error	Error			
Mean error	-0,00027953694700			
Mean absolute error	0,15242951237636			
Sums of squares	2,16307667677437			
Mean square	0,05275796772620			
Mean percentage error	-0,33477840115390			
Mean abs. perc. error	4,99637497038998			

Рис. 12. Результати експоненційного згладжування.

Як бачимо, MAPE моделі має значення, що відповідає високій якості прогнозу. Посилання на рис. 13.

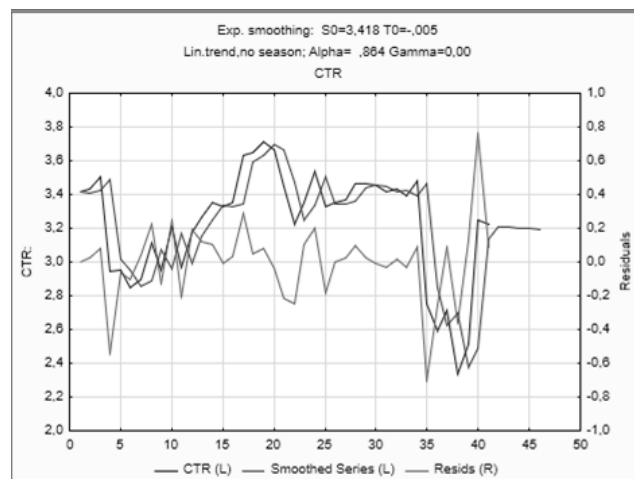


Рис. 13. Графік вихідних даних, згладжених і прогнозних

Отримуємо прогнозні значення на 5 періодів вперед згідно з моделлю, що не включає сезонність та залежить від лінійного тренду (рис. 14).

Case	CTR	Smoothed Series	Resids		
28	3,461157	3,360869	0,100288		
29	3,467171	3,442827	0,024344		
30	3,452849	3,459170	-0,006321		
31	3,414054	3,449018	-0,034964		
32	3,429464	3,414118	0,015346		
33	3,390949	3,422687	-0,031738		
34	3,479794	3,390575	0,089219		
35	2,756607	3,462969	-0,706362		
36	2,591251	2,847982	-0,256732		
37	2,714235	2,621476	0,092759		
38	2,333895	2,696929	-0,363035		
39	2,510967	2,378577	0,132390		
40	3,246073	2,488272	0,757802		
41	3,228377	3,138322	0,090055		
42		3,211439			
43		3,206749			
44		3,202058			
45		3,197368			
46		3,192677			

Рис. 14. Прогноз для показника CTR

Останнім етапом є прогнозування майбутніх показників результуючої змінної. Проведемо побудову прогнозу для залежної змінної CPC, за умов використання найкращої за показниками моделі, побудованої за допомогою методу виключення. Тобто ми використовуємо прогнозні показники отримані окремо для кожного з факторів, що були створені за допомогою адаптивних моделей для короткострокового прогнозування кожного з факторів, що впливають на результуючу змінну

Отже, отримали достатньо адекватні моделі для побудови прогнозу показників CPC на наступні періоди (рис. 15).

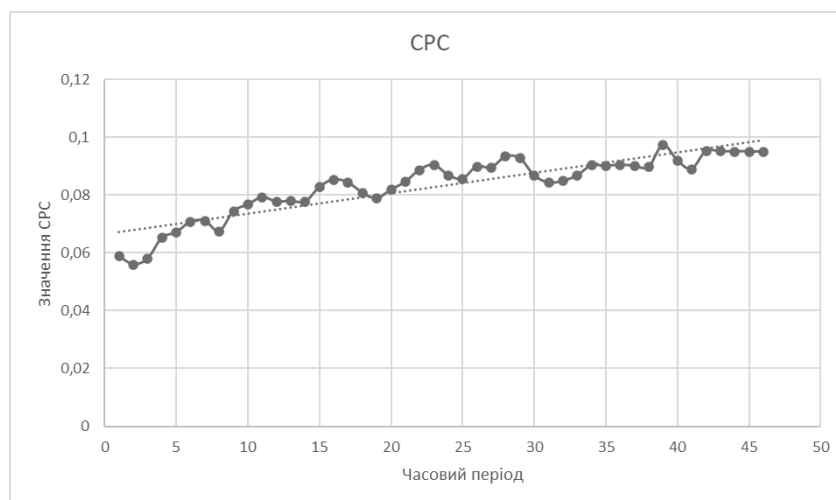


Рис. 15. Графічне зображення результуючої змінної з прогнозними значеннями

На основі методології побудови адаптивних моделей, а також багатфакторних моделей було проведено аналіз ряду даних для визначення показників та рівня ефективності проведення маркетингової кампанії у соціальних мережах з метою популяризації та поширення повної продукції.

Були визначені фактори, що мають найбільший вплив на результуючу змінну, що досліджувалася, також була виявлена кореляція між деякими змінними.

Маючи значення середні значення для кожної з залежних змінних, розраховано коефіцієнт еластичності: коефіцієнт еластичності для витрат на рекламу $X_2 = 0.399$. Це означає, що при збільшенні витрат на рекламу на 1%, залежна змінна (Y) зросте приблизно на 0.399%. Коефіцієнт еластичності для кількості кліків $X_4 = -0.049$. Це означає, що при збільшенні кількості кліків на 1%, залежна змінна (Y) зменшиться приблизно на 0.049%. Коефіцієнт еластичності для CTR $X_6 = -0.0028$. Це означає, що при збільшенні CTR на 1%, залежна змінна (Y) зменшиться приблизно на 0.0028%.

У результаті, вдалося досягти досить високої якості створених моделей, усі вони виявилися адекватними і придатними для подальшого аналізу і побудови прогнозів на майбутні періоди.

У сучасних умовах розвитку цифрових технологій соціальні медіа стають важливим інструментом просування товарів і послуг, проте оцінка ефективності рекламних кампаній є складним завданням через багатфакторний вплив. Використання економетричних моделей дозволяє не тільки оцінити поточні результати, але й прогнозувати їх, що підвищує точність прийняття рішень у сфері інтернет-маркетингу. Дослідження показало, що найбільший вплив на ефективність рекламних кампаній мають витрати на рекламу, кількість кліків та показник CTR. Побудована модель, що враховує ці фактори, продемонструвала адекватність для прогнозування результатів і оптимізації рекламних стратегій. Розраховані коефіцієнти еластичності показали значний вплив витрат на рекламу на результативність кампаній, а також незначний зворотний вплив кількості кліків і CTR. Отримані результати можуть бути використані для удосконалення

підходів до оцінки та прогнозування ефективності рекламних кампаній у цифрових медіа.

Список використаних джерел

1. Башинська І.О. Використання SMM промисловими підприємствами // Актуальні проблеми економіки. – 2012. – № 12 (186). – С. 360–369.
2. Bernoff J. The POST Method: A systematic approach to social strategy // Forrester.typepad.com. – 2007. – Retrieved from: <http://forrester.typepad.com/groundswell/2007/12/the-postmethod.html> [in English].
3. Hollis N. Social Media: Fans and Followers Are an «End», Not a «Means» / N. Hollis // Millward Brown: Point of View. – Available at: <http://www.millwardbrown.com/Insights/PointsOfView/Default.aspx>.
4. Moore S. 9 Metrics to Measure Social Media Marketing Success // Evergreensearch.com. – N.d. – Retrieved from: <http://www.evergreensearch.com/9-metrics-to-measure-social-media-marketing-success/> [in English].
5. Schmitt G., Supe M., Lerch B. Meet the Connected Consumer: How Social Apps, Pokes and Widgets Can Help You Connect // FEED: The Razorfish Consumer Experience Report. – 2009. – Razorfish™ LLC [in English].
6. Stelzner M. 2012 Social Media Marketing Industry Report: How Marketers Are Using Social Media to Grow Their Businesses // Social Media Examiner. – 2012 [in English].