
ЕКОНОМІЧНИЙ АНАЛІЗ НА МАКРО- ТА МЕЗОРІВНЯХ

УДК 339.138:656.07

Тетяна Михайлівна БОРИСОВА

доктор економічних наук, доцент,
завідувач кафедри підприємництва, торгівлі та маркетингу,
Тернопільський національний економічний університет
E-mail: borisova.tanushka@gmail.com

БАГАТОФАКТОРНА ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ РОЗВИТКУ ТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ МІСТА

Борисова, Т. М. Багатофакторна економіко-математична модель розвитку транспортної системи міста [Текст] / Тетяна Михайлівна Борисова // Економічний аналіз: зб. наук. праць / Тернопільський національний економічний університет; редкол.: О. В. Ярошук (голов. ред.) та ін. – Тернопіль: Видавничо-поліграфічний центр Тернопільського національного економічного університету «Економічна думка», 2017. – Том 27. – № 3. – С. 9-18. – ISSN 1993-0259.

Анотація

У статті наведено результати оцінювання неекономічного ефекту господарюючих суб'єктів – надавачів послуг міського громадського транспорту окремих міст України. З метою визначення впливу низки факторних ознак на результуючу ознаку використано багатофакторний кореляційно-регресійний аналіз. Отримано адекватну економетричну модель, яка демонструє залежність між чинниками маркетингу, інноваційного розвитку і неекономічним ефектом діяльності господарюючих суб'єктів – надавачів послуг міського громадського транспорту.

Ключові слова: надавачі послуг міського громадського транспорту; маркетинг; неекономічний ефект; екологічний ефект.

Tetiana Mykhailivna BORYSOVA

Doctor of Sciences (Economics),
Associate Professor,
Head,
Department of Business, Trade and Marketing,
Ternopil National Economic University
E-mail: borisova.tanushka@gmail.com

ECONOMIC AND MATHEMATICAL MULTIFACTOR MODEL OF THE DEVELOPMENT OF THE TRANSPORTATION SYSTEM OF THE CITY

Abstract

Introduction. Such variables as number of employees in marketing of organisation, value of marketing expenses, cost on innovation, the number of marketing staff, the share of marketing efforts which is undertaken in cooperation with the city council and different non-profit organizations, the marketing costs, the level of satisfaction of marketers, level of marketing potential, level of innovation potential are considered in this research. They are marketing factors that can affect the level of social impact of Ukrainian providers of urban public transport services.

Purpose. The article aims to obtain the adequate econometric model which can demonstrate the relationship between marketing factors, innovation development and the non-economic effect of business entities which provide the urban public transport services.

Method (methodology). The results of evaluation of social effect of Ukrainian providers of urban public transport services are evaluated on the basis of mathematical multifactor model. They are presented in the article.

Results. The adequate econometric model has been worked out in this research. This model shows the relationship between controllable marketing factors and social effect has been presented in the article. We have determined the controllable marketing factors. They are number of employees and volunteers in marketing, the average monthly

© Тетяна Михайлівна Борисова, 2017

wage of employees in marketing, satisfaction of volunteers, total current assets of an organization, and the level of marketing potential. The model can be used to predict the level of social (ecological) impact of providers of urban public transport services in the Ukrainian society.

Keywords: providers of urban public transport services; marketing; non-economic effect; ecological effect.

JEL classification: L98, R41, R49

Вступ

Актуальність дослідження пов'язана із необхідністю аналізу векторів розвитку міст України на засадах інноваційності, екологічності та потреб жителів як користувачів послуг. Особливої уваги потребує питання розвитку міського транспорту як важливої складової інфраструктури міста.

Аналіз емпіричних даних щодо розвитку суб'єктів сфери транспорту, котрі функціонують у «розумних містах» виявив, що брендинг, маркетинг та комунікація є важливими компонентами механізму сталого розвитку міського транспорту на засадах концепції «розумного» міста та муніципальної екологістики. Це обумовлено такими причинами:

1. Модернізація міського транспорту на засадах концепції «розумного» міста та муніципальної екологістики потребує нових методик маркетингового забезпечення.

2. Споживчі мотивації споживачів послуг міського транспорту України залежать від низки чинників, що впливають на рівень попиту на такі послуги.

3. Концепція маркетингового забезпечення повинна враховувати організаційну різноманітність підприємств – надавачів послуг міського транспорту, та величину міста, що вимагає розробки диференційованих маркетингових підходів.

Тому вважаємо, що у контексті визначених Транспортною стратегією України на період до 2020 року у аспекті розвитку міського транспорту функції маркетингу перш за все можуть бути успішно імplementовані при формуванні рекомендацій щодо проведення маркетингової комунікаційної діяльності серед споживачів послуг міського транспорту; рекомендацій щодо оцінювання ефективності маркетингової комунікаційної діяльності, спрямованої на споживачів послуг міського транспорту; рекомендацій щодо прогнозування рівня попиту на транспортні послуги.

Результати дослідження автора підтвердили необхідність уваги до питань розвитку міського транспорту на засадах інтелектуальних технологій в аспекті маркетингу. Такі питання частково розкриті в ході низки проектів Комісії Ради Європи в межах підтримки енергоефективного транспорту, а саме: «A Direct Marketing Programme for Public Transport (AD PERSONAM)», який тривав протягом 2008 – 2010 рр., «Electric City Transport» (ELE. C. TRA), що тривав протягом 2013 – 2015 років, «Addressing Key Challenges of Sustainable Urban Mobility Planning (CH4ALLENGE)», що тривав з 2013 р. до 2016 р.

Проблема використання маркетингових інструментів в управлінні міським транспортом досліджувалась такими вітчизняними та зарубіжними науковцями, серед яких С. Г. Страдлінг (потреби користувачів транспорту та маркетинг громадського транспорту), Н. В. Попова (маркетингова підтримка розвитку транспортних підприємств), В. І. Перебийніс (транспортний менеджмент і транспортний маркетинг), М. С. Дрьомін (маркетинг у сфері транспортних послуг), Н. М. Пономарьова (оцінка впливу маркетингових інструментів на управління конкурентоспроможністю автотранспортного підприємства), Е. А. Крейсман (удосконалення методики організації автобусних перевезень у транспортній системі міст), Л. К. Дарралл (оцінка попиту на транспортні послуги), Я. Сочор і О. Нікітас (дослідження очікувань уразливих груп користувачів транспортних технологій), А. Ахерн (просування нових систем громадського транспорту), М. Сохайл (стійкий розвиток як вектор удосконалення міського громадського транспорту), П. Т. Блайт (поліпшення системи облічування в громадському транспорті за допомогою смарт-карт); П. Й. Уілшир (використання комерційної реклами у плануванні транспорту), Д. Фостер-Кларк і С. Фокс (роль комунікацій у інтегрованих транспортних сполученнях).

З метою підвищення результативності маркетингової діяльності господарюючих суб'єктів – надавачів послуг міського громадського транспорту, та формування прогностичної моделі ефекту діяльності НКО слід розглянути фактори, які на цей ефект впливають, та виокремити серед них пріоритетні, які впливатимуть на нього найбільш відчутно. Аналіз праць вітчизняних та зарубіжних вчених дозволив виокремити такі фактори маркетингу, які впливають на результативність діяльності господарюючих суб'єктів – надавачів послуг міського громадського транспорту: витрати на маркетинг за рік, досвід організації у сфері маркетингу, обіг коштів організації, рівень імplementації функцій управління маркетингом, рівень задоволеності волонтерів, які здійснюють маркетингові заходи, середньомісячна заробітна плата працівників сфери маркетингу, частка працівників сфери маркетингу у загальній чисельності персоналу.

Мета та завдання статті

Метою дослідження було виявити вектори розвитку маркетингової діяльності суб'єктів сфери послуг міського громадського транспорту за допомогою багатофакторного аналізу. Завданням статті було розробити економетричну модель, яка б дозволила оцінити та спрогнозувати рівень неекономічного ефекту залежно від показників інноваційної та маркетингової діяльності надавачів транспортних послуг.

Виклад основного матеріалу дослідження

Для оцінювання впливу факторних ознак (маркетингових чинників соціального ефекту) на вислідну ознаку (соціальний ефект господарюючих суб'єктів – надавачів послуг міського громадського транспорту) пропонуємо застосувати багатофакторний кореляційно-регресійний аналіз за такою послідовністю:

1. вибір найбільш впливових факторів, які необхідні для побудови моделі. Обґрунтування факторів варто здійснювати за допомогою експертного оцінювання;
2. побудова структури регресії із залученням усіх факторів, які здійснюють значний вплив на результативну ознаку. При цьому потрібно дотриматись умови відсутності мультиколінеарності. Якщо виявлено мультиколінеарність між факторами, потрібно вилучити один із пари факторних ознак;
3. побудова моделі у вигляді лінійної функції з використанням оцінки параметрів. З метою оцінки тісноти зв'язку між факторами та результативним показником розраховується коефіцієнт детермінації;
4. модель перевіряється на адекватність за критерієм Фішера;
5. з метою подолання недоліків вхідної інформації оцінюють автокореляцію.

З метою оцінювання впливу низки факторних ознак на вислідну ознаку нами використано багатофакторний кореляційно-регресійний аналіз, який дозволив отримати адекватну модель, котра може бути використана для прогнозування впливу окремих керованих факторів маркетингу на рівень соціального ефекту господарюючих суб'єктів-надавачів послуг міського громадського транспорту.

Методом експертних оцінок обґрунтована пріоритетність впливу на рівень соціального ефекту господарюючих суб'єктів – надавачів послуг міського громадського транспорту, таких факторів, як витрати на інновації, кількість працівників сфери маркетингу, частка маркетингових заходів, виконаних у межах співпраці із міською радою та некомерційними організаціями, витрати на маркетинг за рік, потенціал маркетингу, потенціал інноваційності, рівень залученості працівників, які здійснюють маркетингові заходи, до інновацій, обіг коштів господарюючого суб'єкта. Показники, розраховані згідно з методикою, викладеною в праці [1].

Вихідні дані для проведення кореляційно-регресійного аналізу щодо визначення впливу факторів маркетингу на соціальний ефект господарюючих суб'єктів – надавачів послуг міського громадського транспорту України, наведені в табл. 1.

Дослідження маркетингового потенціалу містило опитування 10 експертів (фахівців з маркетингу та досвідчених управлінців міжнародних громадських організацій) з метою встановлення коефіцієнтів вагомості та з метою визначення рівня потенціалу маркетингу за допомогою анкет. Експертне оцінювання було здійснено за допомогою бального методу за методикою, викладеною в праці [2]. Оцінку кожного показника потенціалу маркетингу визначили експерти. Дані для проведення кореляційно-регресійного аналізу надали комунальні підприємства – надавачі послуг міського громадського транспорту з таких населених пунктів (нумерація використана у табл. 1): 1 – м. Хмельницький; 2 – м. Житомир; 3 – м. Тернопіль; 4 – м. Червоноград; 5 – м. Івано-Франківськ; 6 – м. Стрий; 7 – м. Львів; 8 – м. Луцьк; 9 – м. Рівне; 10 – м. Ужгород.

Першим етапом оцінювання величини ефекту господарюючих суб'єктів-надавачів послуг міського громадського транспорту залежно від факторів маркетингу на основі багатофакторної математичної моделі була побудова структури регресії. Для визначення суттєвості впливу факторів використано кореляційну матрицю R_y (1):

$$R_y = \begin{pmatrix} r_{x_1x_1} & r_{x_1x_2} & \dots & r_{x_1x_m} & r_{x_1y} \\ r_{x_2x_1} & r_{x_2x_2} & \dots & r_{x_2x_m} & r_{x_2y} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ r_{x_mx_1} & r_{x_mx_2} & \dots & r_{x_mx_m} & r_{x_my} \\ r_{x_1y} & r_{x_2y} & \dots & r_{x_my} & r_{yy} \end{pmatrix}. \quad (1)$$

Таблиця 1. Вихідні дані для проведення кореляційно-регресійного аналізу

(Джерело: дослідження автора)

Надавачі послуг міського громадського транспорту	Рівень неекономічного ефекту	Витрати на інновації, тис грн за рік	Обіг коштів, млн грн/ рік	Частка маркетингових заходів, виконаних у межах співпраці із міською радою та некомерційними організаціями	Кількість працівників сфери маркетингу, осіб	Потенціал маркетингу, балів	Витрати на маркетинг за рік, тис грн	Потенціал інноваційності, балів	Рівень залученості працівників, які здійснюють маркетингові заходи, до інновацій, балів
	Y	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈
1	5	3,60	3,20	0,36	1	10	0,700	10	17
2	5	3,50	0,60	0,32	2	10	0,192	10	18
3	7	3,50	3,50	0,43	1	10	0,840	10	4
4	5	3,20	1,80	0,29	1	9	0,158	10	14
5	5	2,60	15,00	0,30	2	9	0,372	10	9
6	7	2,50	1,20	0,43	1	9	1,800	50	18
7	9	3,00	7,50	0,60	2	9	0,841	33	16
8	8	3,00	2,00	0,46	1	8	0,393	33	16
9	9	2,50	8,60	0,62	2	9	2,600	50	17
10	7	2,80	13,00	0,46	3	9	3,210	20	10

Використавши статистичні дані, наведені в табл. 1, ми побудували кореляційну матрицю R_y.

$$R_y = \begin{pmatrix} 1,000 & -0,529 & -0,396 & -0,347 & 0,651 & -0,556 & -0,586 & -0,106 & 0,175 \\ -0,529 & 1,000 & 0,194 & 0,738 & -0,204 & 0,444 & 0,180 & -0,436 & 0,131 \\ -0,396 & 0,194 & 1,000 & 0,272 & -0,310 & 0,575 & 0,841 & 0,173 & 0,111 \\ -0,347 & 0,738 & 0,272 & 1,000 & -0,050 & 0,561 & 0,256 & -0,115 & -0,442 \\ 0,651 & -0,204 & -0,310 & -0,050 & 1,000 & -0,145 & -0,598 & -0,179 & -0,472 \\ -0,556 & 0,444 & 0,575 & 0,561 & -0,145 & 1,000 & 0,475 & -0,037 & 0,494 \\ -0,586 & 0,180 & 0,841 & 0,256 & -0,598 & 0,475 & 1,000 & 0,472 & 0,772 \\ -0,106 & -0,436 & 0,173 & -0,115 & -0,179 & -0,037 & 0,472 & 1,000 & 0,964 \\ 0,175 & 0,131 & 0,111 & -0,442 & -0,472 & 0,494 & 0,772 & 0,964 & 1,000 \end{pmatrix}$$

Значення цієї матриці показують, що фактори x₂ (обіг коштів) та x₃ (частка маркетингових заходів, виконаних у межах співпраці із міською радою та некомерційними організаціями) несуттєво впливають на результативну ознаку (рівень неекономічного ефекту), оскільки коефіцієнти кореляції складають відповідно 0,131 та 0,111. Отже, їх можна вилучити із розгляду.

Використовуючи метод Фаррара-Глобера з метою виявлення наявності мультиколінеарності для решти факторів, були здійснені наступні розрахунки за формулами із джерела [3; 4]:

$$\chi_p^2 = -\left(n-1 - \frac{2m+5}{6}\right) \ln(\det R), \quad (2)$$

де n – обсяг вибірки; m – кількість факторів; det R – детермінант кореляційної матриці; R – кореляційна матриця вигляду (3):

$$R = \begin{bmatrix} r_{x_1x_1} & r_{x_1x_2} & \dots & r_{x_1x_m} \\ r_{x_2x_1} & r_{x_2x_2} & \dots & r_{x_2x_m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ r_{x_mx_1} & r_{x_mx_2} & \dots & r_{x_mx_m} \end{bmatrix}. \quad (3)$$

Наступним кроком була побудова кореляційної матриці R для факторів x_1 (витрати на інновації), x_4 (кількість працівників сфери маркетингу), x_5 (потенціал маркетингу), x_6 (величина витрат на маркетингові заходи за рік), x_7 (потенціал інноваційності) та x_8 (рівень залученості працівників, які здійснюють маркетингові заходи, до інновацій).

$$R = \begin{pmatrix} 1,000 & -0,347 & 0,651 & -0,556 & -0,586 & -0,106 \\ -0,347 & 1,000 & -0,050 & 0,561 & 0,256 & -0,115 \\ 0,651 & -0,050 & 1,000 & -0,145 & -0,598 & -0,179 \\ -0,556 & 0,561 & -0,145 & 1,000 & 0,475 & -0,037 \\ -0,586 & 0,256 & -0,598 & 0,475 & 1,000 & 0,472 \\ -0,106 & -0,115 & -0,037 & -0,037 & 0,472 & 1,000 \end{pmatrix}$$

Для нашого дослідження χ_p^2 визначено за формулою (2), $\text{Det}R$ рівне 0,0699091. Отримали:

$$\chi_p^2 = -\left(10 - 1 - \frac{2 \cdot 6 + 5}{6}\right) \ln(0,0699091) = 24,2151.$$

Із заданою ймовірністю $p=0,9$ і числом ступенів вільності $k=15$ нами знайдене табличне значення $\chi_{\tau^2}=22,3$. Оскільки $\chi_{\tau^2} < \chi_p^2$, то з надійністю 0,9 можна вважати, що наявна загальна мультиколінеарність.

З метою визначення факторів, між якими існує мультиколінеарність, була використана t -статистика [5, с. 112], котра передбачає побудову матриці Z , обернену до кореляційної (4):

$$Z = R^{-1} = \begin{bmatrix} z_{11} & z_{12} & \dots & z_{1m} \\ z_{21} & z_{22} & \dots & z_{2m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ z_{m1} & z_{m2} & \dots & z_{mm} \end{bmatrix}. \quad (4)$$

Матриця Z набула наступного вигляду:

$$Z = \begin{pmatrix} 2,838 & 0,232 & -1,651 & 1,204 & 0,011 & 0,069 \\ 0,284 & 1,517 & -0,332 & -0,620 & -0,236 & 0,234 \\ -1,729 & -0,259 & 2,822 & -1,129 & 1,489 & -0,449 \\ 1,317 & -0,637 & -1,262 & 2,529 & -1,271 & 0,531 \\ -0,282 & -0,236 & 1,900 & -1,365 & 3,304 & -1,324 \\ 0,450 & 0,277 & -1,051 & 0,751 & -1,576 & 1,661 \end{pmatrix}$$

Після цього були знайдені частинні коефіцієнти кореляції за формулою (5), котрі дозволили охарактеризувати тісноту зв'язку між двома змінними за умови, що інші змінні не впливають на цей зв'язок:

$$r_{ij.12..m} = \frac{-z_{ij}}{\sqrt{z_{ii}z_{jj}}}, \quad (5)$$

де z_{ij} , z_{ii} , z_{jj} – елементи матриці Z .

У табл. 2 наведені отримані частинні коефіцієнти кореляції.

Після цього для наведених у табл. 2 частинних коефіцієнтів знайдено t -статистику за формулою (6) згідно з методикою, викладеною в [3]:

$$t_{ij} = \frac{r_{ij.12..m} \sqrt{n-m-1}}{\sqrt{1-r^2_{ij.12..m}}}. \quad (6)$$

У табл. 3 наведено результати визначення t -статистики.

Таблиця 2. Частинні коефіцієнти кореляції (джерело: дослідження автора)

Фактори	Фактори					
	1	4	5	6	7	8
1	X	0,112	-0,583	0,450	0,004	0,032
4	X	X	-0,160	-0,317	-0,106	0,147
5	X	X	X	-0,423	0,488	-0,208
6	X	X	X	X	-0,440	0,259
7	X	X	X	X	X	-0,565
8	X	X	X	X	X	X

Таблиця 3. Визначення t -статистики (джерело: дослідження автора)

Факторні ознаки	Факторні ознаки					
	1	4	5	6	7	8
1	X	0,195	-1,244	0,872	0,006	0,055
4	X	X	-0,281	-0,578	-0,184	2,58
5	X	X	X	-0,808	0,967	-0,367
6	X	X	X	X	-0,848	0,465
7	X	X	X	X	X	-1,186
8	X	X	X	X	X	X

Далі для заданої довірчої ймовірності p і ступенів вільності $k=n-m-1$ знайдене критичне значення критерію Стьюдента $t_{кр}$ з таблиці [5, с. 113]. Відомо, що якщо $|t_{ij}| > t_{кр}$, то з надійністю p можна стверджувати, що між факторами x_i і x_j існує мультиколінеарність. Для ступенів вільності $k=10-6-1=3$ та ймовірності $p=0,9$ значення $t_{кр}=2,353$. Отже, враховуючи результати досліджень, можна зробити висновки, що мультиколінеарність існує між факторами x_4 (кількість працівників сфери маркетингу) та x_8 (рівень залученості працівників сфери маркетингу до інновацій). З метою усунення мультиколінеарності потрібно вилучити один із пари факторів. На нашу думку, варто вилучити x_8 (рівень залученості працівників сфери маркетингу до інновацій), оскільки вже є вагомий фактор – кількість працівників сфери маркетингу.

З метою оцінки параметрів регресійної моделі використано метод найменших квадратів, суть якого полягає у пошуку теоретичної лінії, котра найточніше вирівнює статистичний ряд. Математично це набуває такого вигляду (7):

$$\sum_{i=1}^n \left(y_i - \hat{y}_i \right)^2 \rightarrow \min. \quad (7)$$

Модель відображено у вигляді лінійної функції (8). Параметри такої моделі знайдені за формулою (9).

$$\hat{y} = a_0 + a_1 \cdot x_1 + a_2 x_4 + a_3 x_5 + a_4 x_6 + a_5 x_7. \quad (8)$$

$$\hat{A} = (X^T X)^{-1} X^T Y, \quad (9)$$

де \hat{A} – вектор параметрів моделі;
 X – матриця статистичних даних факторів;
 Y – вектор статистичних даних показника.

Матриця статистичних даних факторів наведена нижче:

$$X = \begin{pmatrix} 1 & 3,6 & 1,0 & 10,0 & 0,7 & 10,0 \\ 1 & 3,5 & 2,0 & 10,0 & 0,2 & 10,0 \\ 1 & 3,5 & 1,0 & 10,0 & 0,8 & 3,0 \\ 1 & 3,2 & 1,0 & 9,0 & 0,2 & 10,0 \\ 1 & 2,6 & 2,0 & 9,0 & 0,4 & 10,0 \\ 1 & 2,5 & 1,0 & 9,0 & 1,8 & 20,0 \\ 1 & 3,0 & 2,0 & 9,0 & 0,8 & 33,0 \\ 1 & 3,0 & 1,0 & 8,0 & 0,4 & 33,0 \\ 1 & 2,5 & 2,0 & 9,0 & 2,6 & 50,0 \\ 1 & 2,8 & 3,0 & 9,0 & 3,2 & 20,0 \end{pmatrix}$$

Тоді матриця X^T набула наступного вигляду:

$$X^m = \begin{pmatrix} 1,0 & 1,0 & 1,0 & 1,0 & 1,0 & 1,0 & 1,0 & 1,0 & 1,0 & 1,0 \\ 3,6 & 3,5 & 3,5 & 3,2 & 2,6 & 2,5 & 3,0 & 3,0 & 2,5 & 2,8 \\ 1,0 & 2,0 & 1,0 & 1,0 & 2,0 & 1,0 & 2,0 & 1,0 & 2,0 & 3,0 \\ 10,0 & 10,0 & 10,0 & 9,0 & 9,0 & 9,0 & 9,0 & 8,0 & 9,0 & 9,0 \\ 0,7 & 0,2 & 0,8 & 0,2 & 0,4 & 1,8 & 0,8 & 0,4 & 2,6 & 3,2 \\ 10,0 & 10,0 & 3,0 & 10,0 & 10,0 & 20,0 & 33,0 & 33,0 & 50,0 & 20,0 \end{pmatrix}$$

Добуток матриць $X^T X$ наведено нижче:

$$X^T X = \begin{pmatrix} 10,000 & 30,200 & 16,000 & 92,000 & 11,106 & 199,000 \\ 30,200 & 92,800 & 47,400 & 279,400 & 31,295 & 568,500 \\ 16,000 & 47,400 & 30,000 & 147,000 & 21,531 & 342,000 \\ 92,000 & 279,400 & 147,000 & 850,000 & 101,293 & 1781,000 \\ 11,106 & 31,295 & 21,531 & 101,293 & 22,562 & 287,662 \\ 199,000 & 568,500 & 342,000 & 1781,000 & 287,662 & 5887,000 \end{pmatrix} \begin{matrix} X^T Y \\ 63 \\ 78 \\ 188 \\ 501 \\ 60 \\ 32,8 \end{matrix}$$

Тоді обернена матриця $(X^T X)^{-1}$ набула наступного вигляду:

$$(X^T X)^{-1} = \begin{pmatrix} 42,643 & 0,351 & -0,241 & -4,470 & 0,560 & -0,136 \\ 0,351 & 1,767 & 0,083 & -0,671 & 0,290 & 0,001 \\ -0,241 & 0,083 & 0,336 & -0,046 & -0,108 & 0,000 \\ -4,470 & -0,671 & -0,046 & 0,705 & -0,153 & 0,013 \\ 0,560 & 0,290 & -0,108 & -0,153 & 0,224 & -0,005 \\ -0,136 & 0,001 & 0,000 & 0,013 & -0,005 & 0,001 \end{pmatrix}$$

Далі отримані оцінки параметрів моделі:

$$\begin{aligned}
 a_0 &= 6,1; \\
 a_1 &= 0,162; \\
 a_2 &= 0,1; \\
 a_3 &= 0,511; \\
 a_4 &= 0,027; \\
 a_5 &= 12,99.
 \end{aligned}$$

Використовуючи отримані значення оцінок параметрів моделі, ми побудували власне економетричну модель (10) за формулою (8):

$$y = 6,1 + 0,162x_1 + 0,1x_2 + 0,511x_3 + 0,027x_4 + 12,99x_5. \quad (10)$$

Оцінити тісноту зв'язку між факторами та показником дозволив коефіцієнт детермінації [5, с. 112], який розрахований за формулою (11):

$$R^2 = \frac{\sum (y_i - \bar{y})^2}{\sum (y_i - \bar{y})^2}, \quad (11)$$

де \bar{y} – середнє значення;

y_i – фактичні значення i -го спостереження;

\hat{y}_i – теоретичні значення i -го спостереження.

У нашому випадку коефіцієнт детермінації становив:

$$R^2 = \frac{22,26}{24,1} = 0,924.$$

Таким чином, здійснені розрахунки дозволили зробити висновок про наявність тісного зв'язку між результативним показником (рівень неекономічного ефекту) та факторами, які впливають на нього (витрати на інновації, кількість працівників сфери маркетингу, витрати на маркетинг, потенціал маркетингу, потенціал інноваційності).

При оцінюванні адекватності економетричної моделі статистичним даним нами використано критерій Фішера (12) згідно з [5, с. 103]:

$$F_p = \frac{\sum (y_i - \bar{y})^2 / m}{\sum (y_i - \hat{y}_i)^2 / (n - m - 1)} = \frac{R^2}{1 - R^2} \cdot \frac{n - m - 1}{m}, \quad (12)$$

де m – кількість факторів у рівнянні, від яких залежить y ;

n – кількість спостережень.

Розраховане значення F_p :

$$F_p = \frac{0,924}{1 - 0,924} \cdot \frac{10 - 5 - 1}{5} = 9,7263.$$

Із заданою ймовірністю $p=0,95$ і числом ступенів вільності $k_1=m=5$ і $k_2=n-m-1=4$ знайдено табличне значення F . Оскільки $F=6,26 < F_p$, то з надійністю 0,95 можна стверджувати, що побудована економетрична модель є адекватною статистичним даним генеральної сукупності.

Наступним кроком була перевірка економетричної моделі на наявність автокореляції, котра може спричинити необхідність уведення у модель нового фактора. Така ситуація може бути у випадку неправильно обраної моделі для опису економічного процесу чи недостатньої статистичної бази для побудови економетричної моделі. З метою оцінювання автокореляції залишків (відхилень) використано коефіцієнт автокореляції (13) згідно з [6, с. 106; 7]:

$$\rho = \frac{\sum_{i=1}^n u_i u_{i-1}}{\sum_{i=1}^n u_i^2}, \quad (13)$$

де $u_i = y_t - y_t$ - залишки (відхилення).

Відомо, що при відсутності автокореляції $\rho \approx 0$, при додатній автокореляції $\rho \rightarrow 1$, а при від'ємній автокореляції $\rho \rightarrow -1$.

Таблиця 4. Проміжні розрахунки для визначення адекватності моделі (джерело: дослідження автора)

Значення вислідної ознаки	Значення проміжних показників для визначення адекватності моделі					
	$(y-y_c)^2$	y_m	$(y_m-y_c)^2$	$u=y-y_m$	$u_i u_{i-1}$	u^2
5,00	2,890	9,221	6,357	-4,221	X	17,819
5,00	2,890	6,988	0,083	-1,988	8,390	3,951
7,00	0,090	6,552	0,022	0,448	-0,890	0,200
5,00	2,890	5,258	2,079	-0,258	-0,116	0,067
5,00	2,890	5,158	2,379	-0,158	0,041	0,025
7,00	0,090	6,945	0,060	0,055	-0,009	0,003
9,00	5,290	5,658	1,085	3,342	0,182	11,167
8,00	1,690	4,985	2,941	3,015	10,075	9,089
9,00	5,290	9,077	5,650	-0,077	-0,232	0,006
7,00	0,090	7,967	1,604	-0,967	0,074	0,934

На основі проведених розрахунків, наведених у табл. 4, нами отримано:

$$\rho = \frac{17,52}{43,26} = 0,405.$$

Тому ми можемо стверджувати, що в такому випадку автокореляція несуттєва, а отримана економетрична модель (10), котра відображає залежність між керованими чинниками маркетингу та соціальним ефектом, є адекватною.

Висновки та перспективи подальших розвідок

Сучасна парадигма управління розглядає господарюючі суб'єкти як відкриті системи, ефективність діяльності яких залежить від багатьох факторів. Однак при будь-яких комбінаціях факторів на ринку послуг міського громадського транспорту важливим є результат, який може набувати різного соціально-економічного змісту і ефекту. Базовим принципом маркетингу комерційних суб'єктів є орієнтація на кінцевий наслідок діяльності – результат, ефект. Очевидно, що цілі всіх функціональних сфер управління організації, в тому числі і маркетингу, повинні бути підпорядковані цілям системи – отримання ефекту, у тому числі і неекономічного. Окрім комерційного, некомерційний (соціальний, екологічний) ефект є метою таких суб'єктів, результатом їх діяльності, який спрямований на благо суспільства загалом або окремих груп населення та не пов'язаний з отриманням прибутку.

Наше дослідження показало, що розмір неекономічного (соціального, екологічного) ефекту надавачів послуг міського громадського транспорту може бути успішно інтерпретований за допомогою функціональних і статистичних залежностей, які відображають загальні та індивідуальні закони

розвитку таких суб'єктів, зокрема, з використанням багатофакторних математичних моделей. Отримана економетрична модель (10), яка відображає залежність між керованими чинниками маркетингу та інновацій і неекономічним ефектом, є адекватною і може бути використана для прогнозування величини неекономічного внеску вітчизняних надавачів послуг міського громадського транспорту в суспільство. Перспективами подальших наукових розвідок у цьому напрямі є дослідження векторів розвитку комунікаційної діяльності підприємств-надавачів послуг міського громадського транспорту.

Список літератури

1. Борисова, Т. М. Маркетинг некомерційних суб'єктів: теоретично-методологічні аспекти: моногр. / Т. М. Борисова. – Тернопіль: Підручники і посібники, 2016. – 476 с.
2. Грабовецький, Б. Є. Методи експертних оцінок: теорія, методологія, напрямки використання: монографія / Б. Є. Грабовецький. – Вінниця: ВНТУ, 2010. – 171 с.
3. Єлейко, В. І. Основи економетрії: навчальний посібник / В. І. Єлейко. – Львів: Марка ЛТД, 1995. – 192 с.
4. Введение в эконометрическое моделирование / [А. Класс, К. Герики, Ю. Колен, И. Шуян]. – М.: Статистика, 1978. – 152 с.
5. Фещур, Р. В. Статистика: теоретичні засади і прикладні аспекти: навчальний посібник / Р. В. Фещур, А. Ф. Барвінський, В. П. Кічор. – Львів: Інтелект-Захід, 2003. – 576 с.
6. Лещинський, О. В. Економетрія: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / О. Л. Лещинський, В. В. Рязанцева, О. О. Юнькова. – К.: МАУП, 2003. – 208 с.
7. Шаттелес, Т. Современные экономические методы / Т. Шаттелес. – М.: Статистика, 1975. – 240 с.

References

1. Borysova, T. M. (2016). *Marketing of non-commercial subjects: theoretical and methodological aspects*. Ternopil: Pidruchnyky i posibnyky.
2. Hrabovets'kyu, B. Y. (2010). *Methods of expert assessments: theory, methodology, directions of use*. Vinnytsya: VNTU.
3. Yeleyko, V. I. (1995). *Fundamentals of econometrics*. L'viv: Marka LTD.
4. Klass, A., Heryky, K., Kolen, Y., & Shuyan, Y. (1978). *Introduction to Econometric Modeling*. Moscow: Statistika.
5. Feshchur, R. V., Barvins'kyu, A. F., & Kichor, V. P. (2003). *Statistics: Theoretical and Applied Aspects*. L'viv: Intelekt-Zakhid.
6. Leshchyns'kyu, O. L., Ryazantseva, V. V., & Yun'kova, O. O. (2003). *Econometriya*. Kyiv: MAUP.
7. Shatteles, T. (1975). *Modern economic methods*. Moscow: Statistika.

Стаття надійшла до редакції 05.10.2017 р.