

*О. В. Стець*, доцент кафедри математичного моделювання економічних систем,  
*Л. І. Скворцова*, студентка групи УК-81,  
Факультет менеджменту та маркетингу,  
Національний технічний університет України «КПІ»

## **МОДЕЛЮВАННЯ ДИНАМІКИ ПОВЕДІНКИ АБОНЕНТІВ НА РИНКУ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ УКРАЇНИ**

*АНОТАЦІЯ.* На сьогоднішній день телекомунікації та сучасні технології стали доступними кожному із нас. Людина може отримати зв'язок із зовнішнім світом через багато каналів. Технології та розвиток не стоять на місці, вони розвиваються і з кожним роком все швидше і швидше. Телекомунікації є важливими для людей, вони несуть великий потік інформації з усіх кутків світу. Односторонньою послугою зв'язку можна назвати телебачення. Великим досягненням стало кабельне, а пізніше й цифрове телебачення.

Стаття присвячена спостереженню за поведінкою абонентів на ринку цифрового телебачення та динамікою переходу від одного цифрового провайдера до іншого; дослідженню факторів, які впливають на перехід та знаходженню оптимально збалансованого тарифного плану.

Методика полягає у застосуванні економіко-математичної моделі пошуку оптимальної кількості абонентів цифрового провайдера, та як вона впливає на прибуток підприємства.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** цифрове телебачення, поведінка абонентів на ринку цифрового телебачення, система диференційних рівнянь, оптимальний тарифний план.

*ANNOTATION.* Today, telecommunications and new technologies become available to all of us. People can get in touch with the outside world through many channels. Technology and development is not standing still, they are developing every year faster and faster. Telecommunications are important for people; they have a great flow of information from all corners of the world. One-way communication services can be called television. The great achievement it was cable, and later digital TV.

The article is devoted looking after the conduct of subscribers at the market of digital television and by a transition dynamics from one digital provider to other; to research of factors which influence on a transition and to finding of the optimum balanced tariff plan.

Method is to use economic-mathematical model of finding the optimal number of subscribers digital provider, and how it affects on profits of the enterprise.

**Вступ.** Загальновідомим є той факт, що телекомунікації України значно відстають від телекомунікацій розвинутих країн як за обсягами, так і за рівнем технологій. Розвиток телекомунікаційної галузі сьогодні є надзвичайно актуальним для України, оскільки технології швидко розвиваються і люди не можуть уявити своє життя без спілкування із зовнішнім світом.

Цифрове телебачення — це галузь телевізійної техніки, в якій передача, обробка та зберігання телевізійного сигналу відбувається у цифровій формі.

У 2008 році було вирішено, що в Україні поступово буде впроваджено стандарт цифрового телебачення DVB-T.

У травні 2009 почалися передачі на постійній основі програм цифрового телебачення в Києві, Київській, Житомирській і Одеській областях. Згідно з програмою НКТР, з 2012 року до відкриття Євро-2012 українське телебачення має перейти на винятково цифрове мовлення.

Для порівняння послуги цифрового телебачення обираємо два провайдери Воля-Кабель і Місто ТВ. На момент виходу нової послуги на ринок телекомунікації України Воля-Кабель вже мала необхідну аудиторію абонентів, а іншому провайдеру — Місто ТВ, необхідно були заслужити признание і створити свою цільову аудиторію. Цифрове телебачення — це сучасне телебачення, так вважає і компанія Місто ТВ. Перевагами цього провайдера над іншими цифровими провайдерами стало: по-перше, на всі телевізори у квартирах відсутній декодер. По-друге, більш доступна ціна, нижча абонплата.

Виходячи з вищезазначеного, актуальність тематики статті є очевидною. Від яких факторів залежить вибір абонентами провайдера, та як їх кількість впливає на отриманий прибуток компаній — є досить актуальним на сьогоднішній день питанням.

**Постановка задачі.** Телекомунікації активно впливають на економіку та на ступінь сприйняття ситуації у країні. Це одно- або двосторонній зв'язок людей із зовнішнім світом та один з одним. Цей зв'язок здатний приносити високі прибутки провайдерам, які надають ті чи інші послуги. Галузь телекомунікації ніколи не стоїть на місці, тому ми спостерігаємо появу все нових технологій і способів зв'язку.

На 2010 рік в Україні була введена нова послуга зв'язку — цифрове телебачення, яка швидко почала завойовувати прихильність абонентів.

Що саме може вплинути на вибір абонентів того чи іншого провайдера? Є багато способів привернути увагу: це і якість послуги, і вдала реклама, і вдала тарифна політика тощо. Важливим для користувачів є саме тарифний план. Компанії повинні обережно знижувати ціни на надання послуг, так як від цього може значно змінитися їх прибуток.

Складність завдання пошуку оптимального тарифного плану полягає в індивідуальності та різному вибору кожного абонента.

Задачею дослідження є спостереження за поведінкою абонентів на ринку телекомунікацій, а саме на ринку цифрового телебачення, з врахуванням витрат підприємств на рекламу, оплату праці та нове обладнання.

**Методологія.** У роботі проаналізовано дані цифрового телебачення, кількість потенційних абонентів та використано математичні моделі для вирішення поставленої задачі.

В якості основи для моделювання обираємо дані цифрового телебачення, такі як існуючі тарифи, витрати, кількість абонентів, результати проведення маркетингових послуг.

В основі динамічного моделювання лежить диференціальне рівняння першого порядку. Нам слід дослідити об'єм даних послуг, якими користуються абоненти підприємства та абоненти конкурентів. Тут слід звернути увагу на такі параметри, як ефективність маркетингових і рекламних зусиль фірми, на те, як змінюється кількість клієнтів підприємства залежно від певного проміжку часу.

На першому етапі моделювання розглянемо лише поведінку абонентів, які користуються послугами Воля-кабель та Місто TV. Будемо вважати що їх чисельність прямопорційно впливає на отриманий дохід.

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{dn_0}{dt} = -\beta_1 \cdot n_0 - \beta_2 \cdot n_0 + \gamma \cdot n_n; \end{array} \right. \quad (1)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{dn_1}{dt} = \beta_1 \cdot n_0 - \omega_{12} \cdot n_1 + \omega_{21} \cdot n_2 - \alpha_4 \cdot n_1; \end{array} \right. \quad (2)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{dn_2}{dt} = \beta_2 \cdot n_0 - \omega_{21} \cdot n_2 + \omega_{12} \cdot n_1 - \lambda_4 \cdot n_2; \end{array} \right. \quad (3)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{dn_n}{dt} = -\gamma \cdot n_n, \end{array} \right. \quad (4)$$

де  $n_0$  — кількість потенційних абонентів на сьогоднішній день, тобто ті, хто мають комп'ютери та телевізори;

$n_1$  — кількість абонентів підприємства;

$n_2$  — кількість абонентів конкурентів;

$n_n$  — кількість суб'єктів, що не мають комп'ютера або телевізора, але мають можливість їх придбати;

$\omega_{12}, \omega_{21}$  — ймовірності переходу клієнтів підприємства до конкурентів і навпаки відповідно;

$\beta_1, \beta_2$  — коефіцієнти, який залежить від впливу таких факторів як реклама, зміна тарифів, інформація, отримана потенційними абонентами від реально існуючих;

$\gamma$  — коефіцієнт, який характеризує швидкість комп'ютеризації по області;

$\alpha_4$  — коефіцієнт, який залежить від зміни тарифів аналізуючого підприємства і який впливає на число реально існуючих на сьогоднішній день клієнтів і який відрізняється від нуля лише у випадку збільшення тарифів;

$\lambda_4$  — аналогічний коефіцієнт для конкурентів.

Коефіцієнти  $\omega$  залежать у свою чергу від ефективності маркетингових зусиль, від прихильності клієнтів до даної послуги зв'язку. Звідси можна вивести:

$$\omega_{12} = (\beta_2 + k) \cdot n_1,$$

$$\omega_{21} = (\beta_1 + k) \cdot n_2.$$

Щоб детальніше роздивитися коефіцієнт  $\beta$ , запишемо рівняння:

$$\beta_1 = \alpha_1 \cdot n_1 + \alpha_2 + \alpha_3,$$

$$\beta_2 = \lambda_1 \cdot n_1 + \lambda_2 + \lambda_3.$$

Від величини  $\omega$  залежить максимальна кількість клієнтів, яких може отримати оператор. Тобто,  $\omega$  є коефіцієнтом переходу абонентів підприємства до абонентів конкурентів. Як бачимо з рівнянь, цей коефіцієнт напряму залежить від  $\beta$ , коефіцієнта змін на рекламу. Зважаючи це, можна зробити висновок, що найважливішим параметром у даних рівняннях є ефективність маркетингової діяльності.

Одним із важливих факторів проведення маркетингової діяльності являється прогнозування розвитку ринку, а також вплив на нього таких факторів, як: якість послуг, тарифна політика, рекламна діяльність, розвиток конкурентів. Для прогнозування даного ринку візьмемо модель на основі диференціальних рівнянь, яка дозволить проаналізувати поведінку одразу кількох величин у просторі. В даному випадку таким показником являється прибуток, а також кількість абонентів даного підприємства та абонентів конкурентів. Записуємо систему рівнянь для числа абонентів  $n_1$ , які отримують послуги та прибуток  $P$ . Виводимо  $\frac{dn_1}{dt}$  із рівняння (2):

Так як ми знаємо, що  $\omega_{01} = (\beta_2 + k) \cdot n_1$ , то  $\beta_2 = \frac{\omega_{01} - k \cdot n_1}{n_1}$ .

Підставляємо у рівняння (2.2):

$$\begin{aligned} \frac{dn_1}{dt} &= \frac{\omega_{01} - k \cdot n_1}{n_1} \cdot n_0 - \omega_{01} \cdot n_1 + \omega_{10} \cdot n_2 - \\ &- \alpha_4 \cdot n = -W_{01}(n_0 - n_1) - W_{10} \cdot n_1. \end{aligned}$$

Ми не враховуємо в даному рівнянні зміну тарифів і нестабільність. У даному випадку ми хочемо визначити, як зміниться прибуток залежно від поведінки абонентів вибраного підприємства. Тобто, аналізуємо ймовірність переходу абонентів підприємства до абонентів конкурентів і навпаки. Наша нова система матиме вигляд:

$$\begin{cases} \frac{dn_1}{dt} = -W_{01}(n_0 - n_1) - W_{10} \cdot n_1; \\ \frac{dP}{dt} = n_1 \cdot d_{CP} - R_s - R_{об} - R_p, \end{cases} \quad (5)$$

де  $W_{01}$  і  $W_{10}$  — можливості того, що абонент почав або перестав отримувати послуги компанії відповідно;

$n_0$  — кількість потенційних абонентів;

$n_1 \cdot d_{CP}$  — це дохід, який отримали в даному місяці або році від абонента  $n_1$  при середньому доході від одного рівним  $d_{CP}$ ;

$R_s, R_{об}, R_p$  — витрати в даному місяці або році на оплату праці, обладнання та рекламу відповідно. Ліва частина рівняння відображає зміну числа абонентів та прибуток на одиницю часу (наприклад за місяць, або за рік).

Розглянувши коефіцієнти більш детально та провівши різні математичні операції та спрощення, отримуємо рівняння вигляду:

$$\begin{cases} \frac{dn_1}{dt} = A_0 n_0 + G n_1 - \Delta_2 n_1^2 - \Delta_{np} n_0 P - \Delta_{np} n_1 P; \\ \frac{dP}{dt} = -R_0 + D_1 n_1 - v_p n_1, \end{cases} \quad (6)$$

де  $T_s R_s$  — показує низьку якість послуги (неуважність персоналу, не якісне обладнання);

$T_T P_{T.cp}$  — показує вплив тарифів ( $P_{T.cp}$  — середній тариф);

$W_{10}^0$  — абоненти, які перестали отримувати послуги;

$W_{01}^0$  — зовнішні фактори, які впливають на необхідність у послугі;

$\Gamma_p$  — абоненти, які дізнаються про послугу через рекламу;

$r_T$  — тарифи на оплату праці;

$B_s$  — початкові витрати на оплату праці;

$B_{об}$  — початкові витрати на обладнання.

**Результати дослідження.** Практичною реалізацією даної моделі є зображення її на графіках за допомогою математичного пакету Maple.

Проаналізуємо отримані попередньо результати для обох провайдерів Воля-Кабель і Місто ТВ.

Спочатку слід визначити постійні коефіцієнти рівняння по результатам аналізу експериментальних даних про кількість абонентів, доходах і витратах по послугі за певний початковий проміжок часу (точка  $t_{np}$ ).

Далі у разі прикладу будемо розглядати розвиток провайдера Воля-Кабель в одній географічній зоні (Київ, Київська область).

Воля-Кабель є монопольною компанією, тому коли вона починала розвиватися, потреби в даній моделі в неї не було, адже у компанії не було конкурентів. Вона швидко набирала обертів. Тому вже після першого року існування нової послуги, такої як цифрове телебачення, прибуток і кількість абонентів компанії почали рости. Покажемо це на графіках. Для цього перенесемо раніше отриманні результати на графік.

Для експерименту ми взяли початкову кількість абонентів 100. Проаналізувавши даний графік можна зробити висновки, що перший рік для підприємства буде не досить вдалим. Кількість абонентів буде падати, через те що компанія ще не встигла завоювати їх авторитету. Починаючи з 3 кварталу першого експериментального року кількість абонентів почала стрімко зростати. Компанія зробила вдалу рекламу, до неї почали переходити абоненти із компаній конкурентів, або нові абоненти почули про компанію від потенційних. Тарифи стали більш доступними, так як компанія вже стала на ноги і не виходить у дефіцит. На початку першого кварталу останнього третього, експериментального

року, кількість абонентів починає стабілізуватися. Компанія Воля-Кабель не розчарувала своїх абонентів.

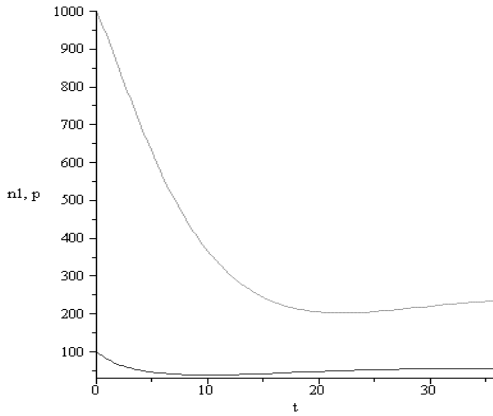


Рис. 1. Зміна кількості абонентів в часі та їх вплив на прибуток для першого досліджуваного провайдера (3 роки)

Розглянемо другого провайдера цифрового телебачення — Місто ТВ. Компанія Місто ТВ достатньо нова на ринку телекомунікацій. Коли вона почала свою роботу, на ринку існувало багато конкурентних фірм і існує й досі, тому їй значно складніше втримати абонентів і надати їм всі умови для співпраці, щоб вони не переходили до конкурентів.

Переносимо на графік отримані раніше показники компанії Місто ТВ:

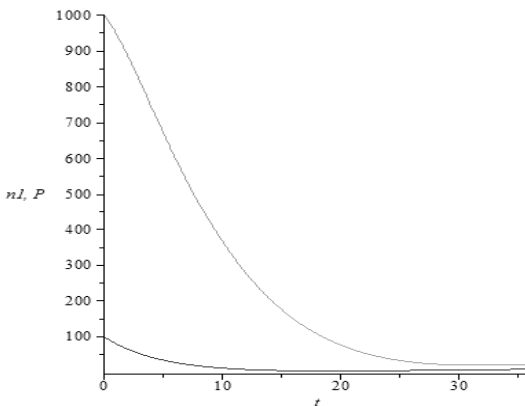


Рис. 2. Зміна кількості абонентів в часі та їх вплив на прибуток для другого досліджуваного провайдера (3 роки)

Ситуація подібна до компанії Воля-Кабель. Проте молодому провайдеру Місто ТВ для впровадження нової послуги зв'язку, в даному випадку, цифрового телебачення, потрібно буде трохи більше часу ніж її конкуренту. Для експерименту ми також взяли початкову кількість абонентів 100. Розвиток провайдера почнеться вже після другого року. Люди почнуть довіряти новій послугі. Почнуть розказувати про неї іншим абонентам, таким чином компанія буде мати не лише власних абонентів, а й абонентів, які перейшли до неї від конкурентів.

Зростаючі вимоги споживчого ринку призвели до істотного зростання пропонованих обсягів товарів і послуг. За минуле десятиліття нам було запропоновано тисячі товарів і послуг, які в даний час продаються майже в кожному куточку земної кулі і доставляються споживачам у будь-яке місце. Це призвело до того, що ефективний маркетинг та економіка визнані ключовими елементами, необхідними для підвищення рентабельності показників діяльності компаній, що відображають їх конкурентоспроможність. Щоб компанія досягла успіху, необхідно продавати пропоновану послугу за обґрунтованим тарифним планом, тобто ціною, забезпечуючи його доступність у потрібному місці і кожному споживачу. Під тарифним планом ми будемо традиційно розуміти кількість грошей, які споживач готовий платити за послугу цифрового телебачення, певного виду пакета. Постачальник може спробувати збільшити якість та кількість каналів цифрового телебачення, збільшивши тарифний план на свою послугу. Завищений тарифний план на пропоновані послуги, з одного боку, знижує інтенсивність їх продажів, але з іншого боку покращують її та дають змогу насолодитися споживачам чітким зображенням і великою кількістю українських та зарубіжних каналів. Питання раціонального вибору тарифного плану певної послуги цифрового телебачення та поведінка абонентів послуг зв'язку розглянуті в даній моделі.

У даній моделі ми розглядаємо оптимальний тарифний план компанії Воля-Кабель враховуючи, що він знаходиться в межах  $\alpha_{\min} \leq \alpha \leq \alpha^{\max}$ , де  $a$  — тарифний план. Інтенсивність реалізації послуги цифрового телебачення змінюється залежно від вибору тарифного плану. У цій ситуації необхідно вибрати тарифний план, який б максимізував обсяг отриманого прибутку на заданому часовому інтервалі  $[0, T]$ . Позначимо, з урахуванням наведених припущень, інтенсивність продажів при максимальному тарифному плані реалізації послуги цифрового телебачення через  $q(t)$ .



Тоді задача, пов'язана з вибором оптимального тарифного плану, зведеться до оптимізації наступного функціоналу:

$$F(\alpha, q, t) = \alpha \int_0^T q(t) dt + \alpha \int_0^T (\alpha^{\max} - \alpha) k dt \rightarrow \max,$$

де  $a$  — тарифний план;

$q$  — реалізація послуги цифрового телебачення;

$k$  — коефіцієнт інтенсивності росту продаж при зменшенні тарифного плану;

$q(t)$  — інтенсивність реалізації пакетів послуг.

Виходячи с даного функціоналу ми можемо записати динамічну модель оптимального тарифного плану із врахуванням обмежень і реалізації послуг цифрового телебачення, яка також залежить від часу:

$$\left\{ \begin{array}{l} F(a, q, t) = a \int_0^1 q(t) dt + a \int_0^1 (a^{\max} - a) k dt \rightarrow \max; \end{array} \right. \quad (5)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{dq}{dt} = N \cdot a \cdot q(t) \left( 1 - \frac{l}{q(t)} \right); \end{array} \right. \quad (6)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} a_{\min} \leq a \leq a^{\max}, \end{array} \right. \quad (7)$$

де  $l$  — коефіцієнт, який показує на скільки % зміниться кількість клієнтів при зміні тарифного плану  $a$ .

Щоб розв'язати цю систему, скористаємося функцією Гамільтона:

$$Hq(t) + \psi(t) \cdot a \cdot N \cdot q(t) \left( 1 - \frac{l}{q(t)} \right);$$

$$\frac{d\psi}{dt} = -\frac{\sigma H}{\sigma q};$$

$$-\frac{\sigma H}{\sigma q} = (q(t))' + (\psi(t) \cdot a \cdot N \cdot q(t) - \psi(t) \cdot a \cdot N \cdot l)' = 1 + \psi(t) \cdot a \cdot N. \quad (8)$$

Ми знайшли, що  $\psi(t) = -\frac{1}{N \cdot a} + e^{N \cdot a \cdot t} \cdot C$ .

Далі знаходимо чому рівне  $C$ , при  $\psi(T) = 0$ :

$$C = \frac{1}{N \cdot a} + e^{N \cdot a \cdot t}.$$

Звідси:

$$\psi(t) = -\frac{1}{N \cdot a} + e^{Nt} \cdot \frac{1}{N \cdot a} + e^{N \cdot a \cdot t} = \frac{1}{N \cdot a} (-1 + e^{N \cdot a \cdot (t-T)}).$$

Підставляємо у функцію Гамільтона і отримуємо:

$$\begin{aligned} H &= q(t) + \frac{1}{N \cdot a} (-1 + e^{N \cdot a \cdot (t-T)}) \cdot N \cdot a \cdot q(t) \left(1 - \frac{l}{q(t)}\right) = \\ &= q(t) + (-1 + e^{N \cdot a \cdot (t-T)}) \cdot q(t) \left(1 - \frac{l}{q(t)}\right) = \\ &= q(t) - (-1 + e^{N \cdot a \cdot (t-T)}) \cdot (q(t) - l) = l + e^{N \cdot a \cdot (t-T)} \cdot (q(t) - l). \end{aligned}$$

Так як  $a$  являється керуючою змінною, розглянемо, яких значень вона може набувати. Ми знаємо, що тарифний план знаходиться у межах  $\alpha_{\min} \leq \alpha \leq \alpha^{\max}$ . Функція  $H = l + e^{N \cdot a \cdot (t-T)} \cdot (q(t) - l) \rightarrow \max$ , при  $a \rightarrow a_{\min}$ .

Робимо заміну у рівнянні (6)  $a$  на  $a_{\min}$  та знаходимо розв'язки.

$$\frac{dq}{dt} = N \cdot a_{\min} \cdot q(t) - N \cdot a_{\min} \cdot l.$$

Звідки  $a_{\min} = 111,83$  грн — це мінімальний тарифний план, який може запропонувати провайдер Воля-Кабель не отримавши збитку.

**Висновки.** В статті проаналізовано поведінка абонентів цифрового телебачення на прикладі двох провайдерів Воля-Кабель і Місто ТВ. Перша компанія на момент виходу на ринок була монополною і тому не мала проблем із появою нових абонентів. Іншому провайдеру, такому як Місто ТВ, довелося завойовувати прихильність абонентів і вести активну маркетингову діяльність для їх заохочення. Була описана модель, яка показує як змінюється кількість клієнтів підприємства залежно від певного проміжку часу та які фактори на це впливають. У модель були додані тарифи на канали, які є постачальниками послуги цифрового телебачення. Було знайдено, який мінімальний тариф можуть запропонувати провайдери не нашкодивши своєму прибутку. Потім була викона-

ла перевірка моделі на адекватність за допомогою перенесення її на графіки. На основі проведення порівняльних досліджень можна зробити висновки, що впровадження нової послуги зв'язку для різних провайдерів буде мати різні наслідки, але якщо маркетингова політика проведена вчасно та вдало, то компанія буде отримувати відповідний прибуток. Незважаючи на динамічність розвитку галузі телекомунікацій, Україна у цій галузі на даний момент не може конкурувати не тільки з економічно розвиненими країнами, а й з країнами, що розвиваються. Звісно, найбільшою мірою це пояснюється станом економіки нашої держави в цілому, бо, звісно, окрема галузь не може ефективно функціонувати, якщо загальна економічна ситуація в країні характеризується як незадовільна.

### **Література**

1. Основи економіки телекомунікацій: Науковий посібник / Під редакцією Горелик М. А., Голубицкой Е. А. — М.: Радио и связь, 1999.
2. Комп'ютерні мережі та телекомунікації: навч. посібник/ В.А. Ткаченко. — Харків: НТУ «ХПІ», 2011 — 224 с.
3. Довідник по цифровому телебаченню/навчальний посібник / пер. з англ. / Ричард Брайс. — М. : ДМК Пресс, 2002. — 288 с.
4. *В. Цхведиани*. Телекомунікації України — перспективи розвитку та основні проблеми // Фондовый рынок. — № 16. — 2000.
5. Офіційний сайт підприємства Воля-кабель [Електронний ресурс] Режим доступу <http://www.volia.com/>
6. Офіційний сайт підприємства Місто ТВ [Електронний ресурс] Режим доступу <http://www.misto-tv.com.ua/>
7. Про стан телекомунікаційного ринку України [Електронний ресурс] Режим доступу [www.cdmaua.com/russian/telecom.shtml](http://www.cdmaua.com/russian/telecom.shtml)

Стаття надійшла до редакції 14.11.2013 р.

### **УДК 311.312.224**

*А. В. Дайнеко*, аспірант Науково-дослідного економічного інституту Міністерства економічного розвитку і торгівлі України

### **СТАТИСТИЧНИЙ АНАЛІЗ МОЖЛИВИХ НАСЛІДКІВ ВХОДЖЕННЯ УКРАЇНИ ДО ЄВРАЗІЙСЬКОГО ЕКОНОМІЧНОГО СОЮЗУ**

*АНОТАЦІЯ. У статті проаналізовано можливі наслідки входження України до Євразійського Економічного Союзу. Розглядаються переваги та недоліки участі України в даному Союзі. Проведено SWOT- і PEST-аналіз впливу Євразійської інтеграції на економіку України.*