

ЕКОНОМІКА ТА УПРАВЛІННЯ ПІДПРИЄМСТВАМИ (економіка зв'язку)

УДК: 338.47:621.39

ОЦІНКА ЕКОНОМІЧНОЇ ДОЦІЛЬНОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ РІШЕНЬ НА БАЗІ ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ БУДІВНИЦТВА ТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ МЕРЕЖ

*Артамонов О.І., Коновалов С.В., Котельнікова Н.О.,
Політова І.В., Цуманець Ю.О., Чижова Л.О.
Одеська національна академія зв'язку імені О.С. Попова,
65029, Україна, м. Одеса, вул. Ковальська, 1.
rdd@onat.edu.ua*

ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ВНЕДРЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ НА БАЗЕ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССА СТРОИТЕЛЬСТВА И ЭКСПЛУАТАЦИИ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СЕТЕЙ

*Артамонов А.И., Коновалов С.В., Котельникова Н.А.,
Политова И.В., Цуманец Ю.А., Чижова Л.А.
Одесская национальная академия связи имени А.С. Попова,
65029, Украина, г. Одесса, ул. Кузнечная, 1.
rdd@onat.edu.ua*

EVALUATION OF THE ECONOMIC FEASIBILITY OF THE IMPLEMENTATION OF TECHNOLOGICAL SOLUTIONS BASED ON THE IMITATION MODELING OF THE PROCESS OF CONSTRUCTING AND EXPLOITATION OF TELECOMMUNICATION NETWORKS

*Artamonov A.I., Konvalov S.V., Kotelnikova N.A.,
Politova I.V., Tsumanets Y.A., Chizhova L.A.
O.S. Popov Odessa national academy of telecommunications,
1 Kovalska St., Odessa, Ukraine, 65029
rdd@onat.edu.ua*

Анотація. Запропоновано метод оцінки економічної доцільності впровадження різноманітних технологічних рішень на базі імітаційного моделювання процесу будівництва та експлуатації телекомунікаційних мереж як для мережі в цілому, так і для кожного її сегмента окремо. В якості ядра розробленого методу використано модель процесу надання послуг (еталонна модель), що враховує тільки ті елементи існуючої мережі, що беруть участь у процесі транспортування телекомунікаційного трафіка, а також імітаційну модель визначення обсягів експлуатаційних витрат шляхом моделювання роботи аналогічної за масштабами гіпотетичної підсистеми. Даний метод передбачає порівняння технологічних рішень на базі розрахованої собівартості послуг для кінцевого споживача та дозволяє порівняти аналогічні технологічні рішення, що реалізовані на обладнанні від різних виробників, та визначити етапність їх впровадження.

Ключові слова: телекомунікаційні послуги, технологічне рішення, телекомунікаційна мережа, собівартість, метод, імітаційне моделювання.

Аннотация. Предложен метод оценки экономической целесообразности внедрения различных технологических решений на базе имитационного моделирования процесса строительства

и эксплуатации телекоммуникационных сетей как для сети в целом, так и для каждого ее сегмента отдельно. В качестве ядра разработанного метода использована модель процесса предоставления услуг (эталонная модель), учитывающая только те элементы существующей сети, которые принимают участие в процессе транспортировки телекоммуникационного трафика, а также имитационная модель определения объемов эксплуатационных затрат путем моделирования работы аналогичной по масштабам гипотетической подсистемы. Данный метод предполагает сравнение технологических решений на базе рассчитанной себестоимости услуг для конечного потребителя и позволяет сравнить аналогичные технологические решения, реализованные на оборудовании от различных производителей, и определить этапность их внедрения.

Ключевые слова: телекоммуникационные услуги, технологическое решение, телекоммуникационная сеть, себестоимость, метод, имитационное моделирование.

Abstract. The method for evaluating of the economic feasibility of different technological solutions' implementation based on the imitation modeling of the process of constructing and exploitation of telecommunication networks both for the whole network as well as for each of its segments separately was proposed. As the core of the developed method used a model of service delivery (reference model), which takes into account only those elements of the existing networks, that are involved in the transport of telecommunication load, as well as imitation model for determination of the operating costs amounts by simulating the operation of a similar scale hypothetical subsystem. This method involves the comparison of technological solutions on the basis of the calculated prime cost of services for the end user and allows to compare similar technological solutions implemented on hardware from different manufacturers to determine the implementation phasing.

Key words: telecommunication services, technology solution, telecommunication network, prime cost, method, imitation modeling.

Незважаючи на бурхливий розвиток сфери зв'язку та інформатизації, що відбувся за останні 20 років в Україні, загальні показники, що характеризують розвиток цієї галузі порівняно з іншими країнами світу, є ще далекими до найкращих. Так, за даними звіту Міжнародного союзу електров'язку «Вимір інформаційного суспільства 2014» за Індексом розвитку ІКТ Україна посіла 73 місце серед 166 країн світу, а за рівнем проникнення Інтернет 94 серед 191 [1].

Не в останню чергу такі показники пов'язані з застарілістю телекомунікаційних мереж операторів. Так, за Індексом технологічної готовності у 2014 році Україна посіла 94 місце серед 148 країн світу, а за Індексом мережевої готовності 81 місце серед 148 країн [2].

Таким чином, розбудова та модернізація телекомунікаційних мереж операторів України є обов'язковою умовою їх діяльності у сучасних умовах, що серед іншого сприятиме підвищенню ступеня задоволеності потреб споживачів на ці послуги.

Проте сам процес розбудови та модернізації телекомунікаційних мереж є значним викликом для оператора, тому що пов'язаний з одночасним вирішенням цілого комплексу взаємозв'язаних проблем, що глобально можна поділити на два блоки: економічні та технічні. До того ж, для оцінки економічних складових доцільності впровадження конкретного технологічного рішення як вітчизняними, так і зарубіжними авторами пропонується використовувати модифікації загальновідомих показників оцінки доцільності впровадження нових проектів: NPV (Net Present Valueа або чиста поточна вартість) та IRR (Internal Rate of Return або внутрішня норма рентабельності), що вже навіть отримали назву класичних показників, а також TCO (Total Cost of Ownership, сукупна вартість володіння активом) та ROI (Return on Investment, повернення на інвестиції в проект) [3-8].

Але такий підхід має низку очевидних недоліків, серед яких перше місце посідає неможливість урахувати специфіку транспортування телекомунікаційного трафіка та, як наслідок, оцінити вплив впровадження конкретного технологічного рішення на собівартість його транспортування. Крім того, розрахунок вищеперерахованих показників суттєво ускладнюється відсутністю необхідних вихідних даних.

Проведені дослідження дозволяють дійти висновку, що усунути дані недоліки можна за рахунок розробки методу оцінки доцільності впровадження технологічних рішень, який серед іншого дозволить оцінити вартість надаваних послуг для кінцевого споживача та враховуватиме лише ті витрати, що необхідні для будівництва та експлуатації телекомунікаційних мереж для кожного конкретного технологічного рішення.

Метою даної статті є викладення запропонованого методу оцінки економічної доцільності впровадження різноманітних технологічних рішень на базі імітаційного моделювання процесу будівництва та експлуатації телекомунікаційних мереж як для мережі в цілому, так і для кожного її сегмента окремо.

В якості ядра розробленого методу використано модель процесу надання послуг (еталонна модель), що враховує тільки ті елементи існуючої мережі, що беруть участь у процесі транспортування телекомунікаційного трафіка (під яким тут і надалі будемо розуміти процес передавання трафіка через сукупність систем передачі, ліній зв'язку або цілісних мережевих сегментів, що використовується для забезпечення можливості надання послуг), а також імітаційна модель визначення обсягів експлуатаційних витрат шляхом моделювання роботи аналогічної за масштабами гіпотетичної підсистеми з використанням вихідних даних, що відповідають сучасному стану ринку та діючому законодавству, а також з урахуванням особливостей функціонування конкретного оператора [9].

Відповідно до запропонованого методу на першому етапі здійснюється формування інвестиційних планів, що повинні включати всі витрати, пов'язані з придбанням, інсталяцією та налаштуванням нового телекомунікаційного обладнання, а також організацією нових каналів зв'язку, що використовуються для транспортування телекомунікаційного трафіка через транспортну мережу.

На другому етапі здійснюється розробка еталонної моделі транспортної мережі, що зводиться до побудови «транспортної хмари» на основі відомостей про існуючу мережу, та найбільш розповсюджені системи передачі, що використовуються для технологічного рішення, яке розглядається через набір умовних з'єднувальних ліній з наступним оцінюванням її (хмари) потенційних можливостей.

Для оцінки потенційних можливостей «транспортної хмари», схематичний варіант спрощеного прикладу якої для наочності показано на рис. 1, в запропонованому методі використовується концепція «умовна з'єднувальна лінія» (УЗЛ), яка являє собою один цифровий канал (64 Кбіт/с), що передається через одну систему передачі (елементи 1 та 9 фрагмента мережі, зображеної на рис. 1).

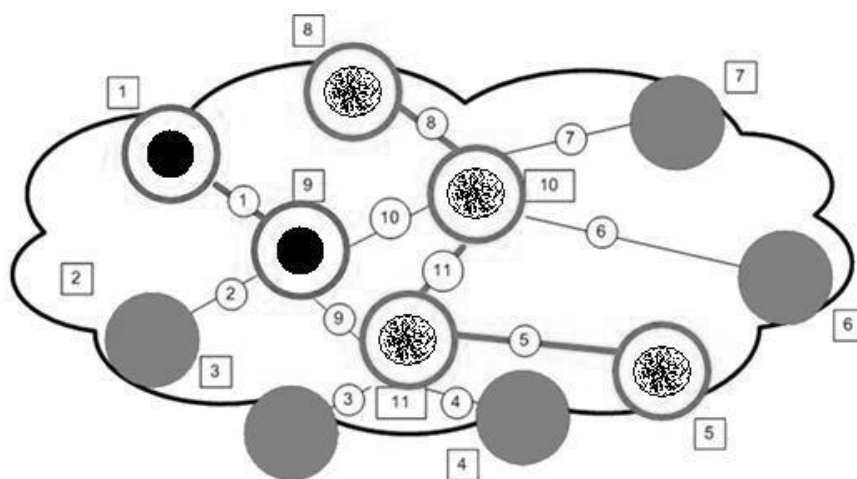


Рисунок 1 – Приклад “транспортної хмари”

Для зручності оцінки потенційних можливостей всієї хмари в цілому (а не лише окремих фрагментів) введена концепція «умовна магістральна з'єднувальна лінія» (УМЗЛ) – канал зв'язку, організований декількома системами передачі і забезпечуючий зв'язок між будь-якими двома вузлами мережі передавання даних (елементи 8-10-11-5 фрагмента мережі, зображеної на рис. 1).

Як кінцева одиниця виміру ресурсу транспортної мережі в запропонованому методі використовується канал-кілометр.

Для визначення середньої протяжності УЗЛ для кожного технологічного рішення, що розглядається, необхідно:

1. Вибрати всі типи задіяних систем передачі інформації і для кожного типу розрахувати середню відстань між двома одиницями обладнання («напівкомплектами»), а також загальну кількість цифрових каналів (64 Кбіт/с), організованих за допомогою цього обладнання в мережі.

2. Розрахувати середню протяжність як середньозважене значення за всіма типами технологій передавання даних.

Для визначення середньої протяжності УМЗЛ для кожного технологічного рішення, що розглядається, необхідно розрахувати «середню відстань між вузлами мережі». Розрахунок цього значення здійснюється в наступному порядку:

1. Формується матриця зв'язностей, в якій вказується наявність прямих зв'язків між усіма можливими парами вузлів мережі.

2. Розраховується найменша кількість УЗЛ, що зв'язують кожну можливу пару вузлів мережі.

3. Розраховується середня відстань між вузлами.

Для автоматизації обчислення на цьому етапі доцільно використовувати спеціалізоване програмне забезпечення.

На третьому етапі алгоритму здійснюється розробка імітаційної моделі визначення обсягів експлуатаційних витрат на утримання транспортної мережі, що повинна забезпечувати визначення загального обсягу витрат за період розрахунків, що необхідні для забезпечення безперервного функціонування всіх елементів мережевої інфраструктури, що забезпечують транспортування трафіка у межах транспортної мережі для відповідного технологічного рішення.

До складу витрат на цьому кроці включаються всі витрати, пов'язані із обслуговуванням телекомунікаційного обладнання, а також каналів зв'язку, що використовуються для транспортування телекомунікаційного трафіка через транспортну мережу відповідно до Положення (стандарту) бухгалтерського обліку 16 «Витрати» [10], що включає такі види витрат: економічно-обґрунтовані витрати, що включаються до виробничої собівартості, до яких належать прямі витрати, що включені до виробничої собівартості (витрати на оплату праці, матеріальні витрати, інші витрати); непрямі витрати, що включені до виробничої собівартості, а також адміністративні витрати та витрати на збут.

Ще однією ключовою особливістю імітаційної моделі є те, що передбачається визначення витрат не для існуючої системи, а за допомогою моделювання роботи аналогічної за масштабами гіпотетичної системи для відповідного технологічного рішення з використанням вихідних даних, відповідних сучасному стану ринку та чинному законодавству, а також з урахуванням особливостей функціонування конкретного оператора (провайдера).

Причинами цього можуть бути еволюція мережі в результаті модернізації обладнання, зміна номенклатури і структури надаваних послуг та ін.

На четвертому етапі здійснюється визначення приведених на один базовий драйвер витрат з транспортування телекомунікаційного трафіка для кожного технологічного рішення, що розглядається за формулою:

$$Z = \frac{E + I}{D}, \quad (1)$$

де E – модельований обсяг експлуатаційних витрат за період розрахунку собівартості, що необхідний для забезпечення безперервного функціонування всіх елементів мережевої інфраструктури, які забезпечують транспортування телекомунікаційного трафіка, гр.од./од.ч.;

I – нормований обсяг інвестиційних витрат, необхідних для розвитку транспортної мережі за період розрахунку собівартості, гр.од./од.ч.;

D – загальний обсяг драйверів витрат, що визначають можливості транспортної мережі.

Прикладом драйвера може бути порт, умовна абонентська лінія тощо. Як драйвер у даній роботі були використані умовні з'єднувальні лінії.

На останньому етапі алгоритму здійснюється розрахунок собівартості на транспортування телекомунікаційного трафіка через транспортну мережу для кожного технологічного рішення, що розглядається, за допомогою формули:

$$C = T \cdot Z, \quad (2)$$

де T – кількість мінімальних одиниць споживання телекомунікаційного трафіка в межах транспортної мережі, достатня для забезпечення надання послуги із заданим рівнем якості.

Типовим прикладом одиниці споживання телекомунікаційного трафіка є віртуальне з'єднання, що характеризується певною номінальною швидкістю передавання інформації (в Мбіт/с).

Для наочності на рис. 2 надано узагальнений алгоритм оцінки економічної доцільності впровадження технологічних рішень.

Структурно алгоритм являє собою два незалежних блоки операцій, що поділені на п'ять рівнів. Ліва частина алгоритму являє собою послідовність кроків з визначення собівартості на транспортування телекомунікаційного трафіка для технологічного рішення № 1, в той час як права частина – для N-го технологічного рішення. В результаті отримуємо собівартість транспортування трафіка для обчислюваних технологічних рішень, що дозволяє порівняти проекти на базі розрахованої собівартості з точки зору надання послуг кінцевому споживачу на даний момент часу.

Враховуючи, що вихідними даними для розрахунку можуть бути як ті, що будуть отримані за результатами оцінки витрат конкретного оператора, так і ті, що будуть отримані в рамках проведення розрахунків на базі аналізу сучасного стану ринку та чинного законодавства з урахуванням особливостей функціонування конкретного оператора, оцінка економічної доцільності впровадження технологічних рішень за запропонованим методом може бути здійснена третьою стороною не призводячи до витоку конфіденційної інформації.

Таким чином, в рамках даної статті викладено основні положення розробленого методу оцінки економічної доцільності впровадження різноманітних технологічних рішень на базі імітаційного моделювання процесу будівництва та експлуатації телекомунікаційних мереж на базі розрахунку собівартості одиниці транспортування трафіка через телекомунікаційну мережу для кінцевого споживача.

Запропонований метод дозволяє оцінити доцільності впровадження технологічного рішення як для мережі в цілому, так і для кожного її сегмента окремо, а також порівняти аналогічні технологічні рішення, що реалізовані на обладнанні від різних виробників та визначити етапність впровадження технологічних рішень.

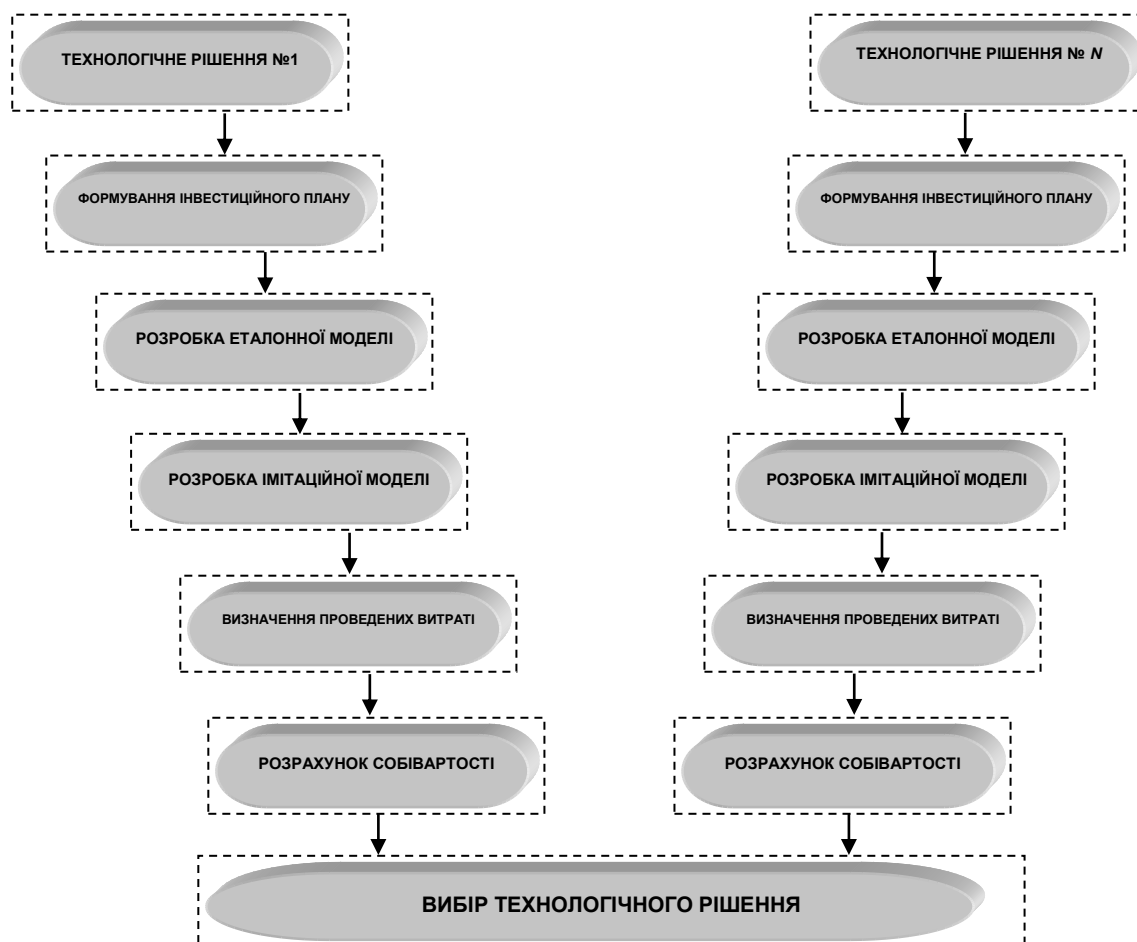


Рисунок 2 – Узагальнений алгоритм оцінки економічної доцільності впровадження технологічних рішень

Для автоматизації роботи та полегшення процесу розрахунків оператора під час вибору технологічного рішення було розроблено демонстраційне програмне забезпечення. Дане програмне забезпечення дозволяє його користувачу шляхом введення даних щодо сімдесяти змінних для кожного технологічного рішення розрахувати за лічені секунди собівартість транспортування трафіка через телекомунікаційну мережу.

Підкреслимо, що собівартість транспортування телекомунікаційного трафіка, як правило, є складовою тарифів на всі основні телекомунікаційні послуги, що надаються оператором [11]. Таким чином, отримані в процесі розрахунків результати можуть бути використані не лише для оцінки доцільності впровадження технологічних рішень, а і для розрахунку тарифів на телекомунікаційні послуги, що надає оператор.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Измерение информационного общества – Отчет 2014 год [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Documents/publications/mis2014/MIS_2014_Exec-sum-R.pdf.
2. Звіт Національної комісії, що здійснює державне регулювання в сфері зв'язку та інформатизації за 2014 рік [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.nkrzi.gov.ua/images/upload/142/5369/r165_dod_2015-03-24.pdf.

3. Дворчук О. Показатели экономической эффективности ИТ-проектов [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.security.ase.md/publ/ru/pubru107/Dvorciuk_O.pdf.
4. Козлов М. TCO и ROI для CIO [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://ko.com.ua/tco_i_roi_dlya_cio_55631.
5. Оценка эффективности инвестиций в информационные технологии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.bsu.by/Cache/pdf/565763.pdf>.
6. Костюхин Д. Методы оценки инвестиций в ИТ [Электронный ресурс] / Д. Костюхин, А. Бордачев. – Режим доступа: <http://www.connect.ru/article.asp?id=5466>.
7. Total Cost of Ownership TCO Explained: Definitions, Meaning, and Example Calculations [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.business-case-analysis.com/total-cost-of-ownership.html>.
8. Політова І.В. Дослідження методів оцінки ефективності інвестиційних проектів / І.В. Політова // Економічний простір: зб. наук. праць Придніпровської державної академії будівництва і архітектури; наук. ред. Ю.В. Орловська. – Дніпропетровськ: Придніпровська державна академія будівництва і архітектури. – 2009. – № 2. – С. 298–302 (0,27 д.а).
9. Granaturov V. Determination of tariffs for telecommunication services on the basis of the cost simulation modelling / V. Granaturov, V. Kaptur, I. Politova // Економічний часопис-XXI. – 2015. – №1-2(1). – С. 52-56.
10. Положення (стандарт) бухгалтерського обліку 16 "Витрати" від 31.12.1999, № 318 [Електронний ресурс]. – Режим доступу – <http://zakon1.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi>.
11. Каптур В.А. Визначення тарифів на надання послуг доступу до мережі Інтернет на базі методу врахування рентабельності інвестицій / В.А. Каптур, І.В. Політова // Наукові праці ОНАЗ ім. О.С. Попова. – 2009. – № 2. – С. 112–117.

REFERENCES:

1. Report 2014 [Measuring of the Information Society] retrieved from https://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Documents/publications/mis2014/MIS_2014_Exec-sum-R.pdf.
2. Report of the National Commission for the State Regulation of Communications and Informatization on 2014, retrieved from http://www.nkrzi.gov.ua/images/upload/142/5369/r165_dod_2015-03-24.pdf.
3. Dvorchuk O., [Indicators of economic efficiency of IT projects], retrieved from http://www.security.ase.md/publ/ru/pubru107/Dvorciuk_O.pdf.
4. Kozlov M., TCO and ROI for CIO, retrieved from http://ko.com.ua/tco_i_roi_dlya_cio_55631
5. [Evaluation of the efficiency of investments in information technology], retrieved from <http://www.bsu.by/Cache/pdf/565763.pdf>
6. Kostyuhin D., Bordachev A., [Methods for evaluating IT investments], retrieved from <http://www.connect.ru/article.asp?id=5466>
7. Total Cost of Ownership TCO Explained: Definitions, Meaning, and Example Calculations, retrieved from <https://www.business-case-analysis.com/total-cost-of-ownership.html>
8. Politova I.V., [Research of evaluation of investment projects methods], economic area, proceedings of the coll. of scientific works of Prydniprovsk State Academy of Construction and Architecture, scientific ed. Y.V. Orlovsk, Dnipropetrovsk, Prydniprovsk State Academy of Construction and Architecture, 2009. – №2. – 298–302
9. Granaturov V., Kaptur V., Politova I., Economic Journal-XXI №1-2(1), [Determination of tariffs for telecommunication services on the basis of the cost simulation modeling], 2015, 52- 56.
10. Regulations (standard) of book accounting 16 "Cost" from 31.12.1999, № 318 retrieved from <http://zakon1.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi>.
11. Kaptur V.A, Politova I.V., [Determination of tariff to provide internet access services based on ROI accounting method], proceedings of the O.S. Popov ONAT. 2009; 2: 112-117.