

СЕКЦІЯ 11 МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ, МОДЕЛІ ТА ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ЕКОНОМІЦІ

УДК 351:004.9

Гальчинський Л.Ю.
*кандидат технічних наук,
доцент кафедри математичного моделювання економічних систем
Національного технічного університету України
«Київський політехнічний інститут»*

Луговець В.В.
*студент
Національного технічного університету України
«Київський політехнічний інститут»*

МОДЕЛЮВАННЯ СЦЕНАРІЇВ ЛЕГАЛІЗАЦІЇ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ В ОРГАНАХ ДЕРЖАВНОЇ ВЛАДИ УКРАЇНИ

Стаття присвячена проблемі використання неліцензійного програмного забезпечення у державному секторі України та пошукам шляхів її вирішення на прикладі операційних систем. Проведено аналіз ринку ОС, розглянуто можливі сценарії легалізації, здійснено їх оцінку та розрахунок вартості проектів. Підготовлено рекомендації щодо визначення справедливої ціни на ліцензійні операційні системи в умовах ринку двосторонньої монополії.

Ключові слова: програмне забезпечення, держсектор, операційні системи, легалізація, сценарії, двостороння монополія.

Гальчинский Л.Ю., Луговец В.В. МОДЕЛИРОВАНИЕ СЦЕНАРИЕВ ЛЕГАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ В ОРГАНАХ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ВЛАСТИ УКРАИНЫ

Статья посвящена проблеме использования нелицензионного программного обеспечения в государственном секторе Украины и поискам путей ее решения на примере операционных систем. Проведен анализ рынка ОС, рассмотрены возможные сценарии легализации, осуществлена их оценка и расчет стоимости проектов. Подготовлены рекомендации по определению справедливой цены на лицензионные операционные системы в условиях рынка двусторонней монополии.

Ключевые слова: программное обеспечение, госсектор, операционные системы, легализация, сценарии, двусторонняя монополия.

Halchynsky L.Y., Lugovets V.V. SCENARIO MODELING OF SOFTWARE LEGALIZATION IN PUBLIC SECTOR OF UKRAINE

The article is devoted to the problem of the use of unlicensed software in the public sector of Ukraine and find ways to solve it as an example of operating systems. Prepared analysis of the OS market, appreciated selected scenarios of legalization and costing projects. Prepared guidance on determining the fair price of licensed operating system in a bilateral monopoly market.

Keywords: software, public sector, operating systems, legalization, scenarios, bilateral monopoly.

Постановка проблеми. Україна є одним із найбільших центрів розробки програмного забезпечення у світі. За оцінками Світового банку, до 2015 року Україна може вийти на 6-е місце в світі за обсягом ІТ-експорту [1]. За результатами останніх досліджень, не зважаючи на кризу, ІТ галузь в Україні продовжує зростати четвертий рік підряд [2]. Це вказує на той факт, що у світі величезна кількість компаній інвестує у програмне забезпечення з метою отримання вигоди від його застосування, серед яких найбільш очевидні: автоматизація та оптимізація процесів, організація ефективного управління за рахунок централізації управлінської та облікової інформації, зручне масштабування та налаштування під потреби бізнесу.

Всі ці зручні функції коштують недешево, тому в Україні лише великі компанії мають ресурси для реалізації масштабних ІТ проектів, а отже і отримувати максимальну віддачу від застосування програмних продуктів.

Що стосується органів державної влади, ІТ функція держсектору України лишалась нефінансованою протягом тривалого часу, тому попит на програмні

продукти часто задовольнявся через використання неліцензійних копій.

За даними останнього звіту BSA (Business Software Alliance) присвяченому розповсюдженню піратства у 2013 році рівень піратства в Україні склав 83%, і був одним з найбільших у світі [3], а у державному секторі у 2013 році Державною службою інтелектуальної власності України офіційно декларується зниження використання піратських копій з 40 до 33% [4].

У іншому звіті BSA, присвяченому економічним вигодам від використання ліцензійного програмного забезпечення для України орієнтовний ефект від збільшення долі ліцензійного програмного забезпечення у порівнянні з аналогічним збільшенням долі піратського програмного забезпечення буде наступним (див. таблиці 1-2) [5, ст. 10].

Таблиця 1

**Приріст ВВП
(від збільшення долі використання ПЗ на 1%)**

Ліцензійне ПЗ (млн. дол.)	Піратське ПЗ (млн. дол.)	Різниця (млн. дол.)
116	50	66

Таблиця 2
Повернення інвестицій (на кожен долар,
вкладений у ліцензійне або піратське ПЗ)

Ліцензійне ПЗ (дол.)	Піратське ПЗ (дол.)	Різниця (дол.)
94	8	86

Через недостатньо ефективні інструменти захисту інтелектуальної власності та високий відсоток піратства у 2011 Україна потрапила до «Спеціального списку 301», який розробляє американський альянс інтелектуальної власності ІРА (International Intellectual Property Alliance). Потраплення до цього списку може призвести до негативного іміджу та впливу на зовнішньоекономічні зв'язки та міжнародні інвестиційні проекти в Україні. У зв'язку з нинішньою політичною ситуацією у країні США виключили Україну зі списку весною 2014 року [6].

Взявши курс на реформування структури державного сектору та здійснення ґрунтовних реформ керівництва України має звернути свою увагу також на необхідність боротьби з піратством у державному секторі України. Окремим аргументом на користь руху в цьому напрямку є забезпечення необхідного рівня конфіденційності інформації, яка використовується у державному секторі та підвищенні рівня довіри до державного апарату з боку інвесторів. У перспективі це має призвести до підвищення ефективності роботи держслужбовців та сприятимуть інвестиційній привабливості країни в цілому.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питання боротьби з піратством у науці не нове, оскільки ця проблема є глобальною. Останні ідеї та тенденції у цьому напрямі розкриваються у роботах Heger Attaya [7], Arne Rogde Gramstad [8], В.І. Соловйова [9], С.А. Середи [10] та ін.

Постановка завдання. Визначити можливі сценарії легалізації програмного забезпечення у державному секторі України на прикладі операційних систем та обрати найкращий з них.

Виклад основного матеріалу дослідження. У державному секторі України згідно проекту доповіді Державного агентства з питань науки, інновацій та інформатизації України за 2013 рік [11] зазначається, що органами державної влади використовуються більше 1700 тис. примірників комп'ютерних програм. Серед них, частка серверного програмного забезпечення складає 10,09% (175,2 тис.), частка програмного забезпечення комп'ютерів загального призначення – 81,38% (1413 тис.) та частка програмного забезпечення, розробленого на замовлення – 8,53% (148,1 тис.).

Структура серверного програмного забезпечення: операційні системи (14,27%), мережеві програми (15,18%), серверні додатки (5,85%), системи керування базами даних (24,36%), програмні засоби інформаційної безпеки (9,08%) та інше серверне програмне забезпечення (31,26%).

Структура програмного забезпечення комп'ютерів загального призначення наступна: операційні системи (21,63%), програмні засоби для доступу до Інтернет-сервісів (13,94%), офісні програми (20,25%), лінгвістичні словники та системи розпізнавання тексту (8,12%), графічні програмні засоби (1,17%), системи діловодства (0,73%), бухгалтерські та фінансово-аналітичні (0,92%), мультимедійні програми (1,48%), антивірусне програмне забезпечення (11,77%) та інші програмні засоби (20%).

Основним видом програмного забезпечення для будь-якого комп'ютера є операційна система (ОС).

Саме в ній закладено набір базових функцій, які використовують користувачі для роботи з іншим прикладним програмним забезпеченням.

Сьогодні у державному секторі 81% ОС є застарілими [11]. Це робить задачу заміни неліцензійного програмного забезпечення вдвічі актуальною, оскільки встановлюючи нові та ліцензійні системи вдасться вирішити не тільки проблему використання піратського софту, а й підвищити ефективність роботи держслужбовців через використання найсучаснішого програмного забезпечення.

До вирішення проблеми піратства у державному секторі можна підійти з кількох сторін. Ми виділили 4 основних можливих сценаріїв, які є найбільш раціональними з точки зору сучасної економічної ситуації в Україні, а для їх порівняння пропонується обрати критерії вартості, можливості керування життєвим циклом, необхідності навчання персоналу та безпосереднього вирішення проблеми піратства. Сценарії наступні:

– Перший сценарій є найбільш очевидним: оскільки фактично всі операційні системи, що використовуються у державному секторі, є різними версіями Windows, а користувачі вже звикли до роботи з цими продуктами, логічним буде рішення легалізувати наявні неліцензійні версії ОС Windows.

– Другий сценарій є доволі радикальним, оскільки пропонується повна відмова від використання комерційних продуктів та заміна їх некомерційними аналогами – готовими дистрибутивами Linux.

– У третьому сценарії пропонується нічого не змінювати та продовжувати використовувати наявне програмне забезпечення.

– Четвертий сценарій характеризує ситуацію появи власної операційної системи, розробленої на базі існуючої операційної системи з відкритим кодом. Нимеччиною був реалізований подібний проект на базі мерії міста Мюнхен, але повністю успішним його назвати не можна через складності технічної реалізації та незадовільний кінцевий результат. Наразі планується повернення до практики використання комерційних операційних систем на комп'ютерах держслужбовців [12].

Для оцінки сценаріїв було використано модифікований метод аналізу ієрархії Демпстера-Шейфера (ДШ/МАІ) [13].

Згідно алгоритму ми маємо обрати один з чотирьох можливих сценаріїв (A_1, A_2, A_3, A_4) по чотирьом критеріям (C_1, C_2, C_3, C_4), де:

C_1 – мінімальна вартість реалізації сценарію;

C_2 – можливість керування життєвим циклом товару (ЖЦТ);

C_3 – вирішення проблеми піратства;

C_4 – відсутність необхідності навчати користувачів користуватися товаром.

Після визначення ваги кожного критерію (табл. 3) та попарного порівняння сценаріїв по кожному з критеріїв за 9-ти бальною шкалою, де 1 означає однаковість альтернатив або неможливість їх порівняння, а 9 означає абсолютний ступінь переваги (таблиці 4-7) було визначено функції довіри Bel та правдоподібності Pl . На основі цих функцій в результаті формуються інтервали виду $[Bel; Pl]$, по довжині яких обирається найкраща альтернатива. Фінальні результати наведені у таблиці 8.

Як стає зрозумілим із розрахунків, найбільш оптимальним є перший сценарій коли держава має легалізувати неліцензійні системи Windows. У такому разі держава опиняється в умовах двосторонньої монополії.

Таблиця 3

Матриця порівнянь критеріїв

C	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	w	Нормована вага (e)
C ₁	1	6	0,20	4	1,48	0,24
C ₂	0,1667	1	0,25	5	0,68	0,11
C ₃	5	4	1	9	3,66	0,60
C ₄	0,25	0,20	0,1	1	0,27	0,04
				Сума	6,09	

Таблиця 4

Матриця порівнянь за критерієм мінімальної вартості

C ₁	{A ₁ , A ₄ }	{A ₂ , A ₃ }	A	w	Нормована вага (m ₁)
{A ₁ , A ₄ }	1	0	4	0,324	0,002
{A ₂ , A ₃ }	0	1	7	0,567	0,004
A	0,25	0,14	1	158,082	0,994
			Сума	158,973	

Таблиця 5

Матриця порівнянь за критерієм керування ЖЦТ

C ₂	{A ₁ , A ₃ }	{A ₂ , A ₄ }	A	w	Нормована вага (m ₂)
{A ₁ , A ₃ }	1	0	0,13	24,044	0,664
{A ₂ , A ₄ }	0	1	0,25	12,022	0,332
A	8	4	1	0,131	0,004
			Сума	36,198	

Таблиця 6

Матриця порівнянь за критерієм вирішення проблеми піратства

C ₃	{A ₁ , A ₂ , A ₄ }	{A ₃ }	A	w	Нормована вага (m ₃)
{A ₁ , A ₂ , A ₄ }	1	0	2	0,401	0,579
{A ₃ }	0	1	0,14	0,029	0,041
A	0,50	7	1	0,263	0,380
			Сума	0,693	

Таблиця 7

Матриця порівнянь за критерієм необхідності навчання

C ₄	{A ₁ , A ₃ }	{A ₂ , A ₄ }	A	w	Нормована вага (m ₄)
{A ₁ , A ₃ }	1	0	0,14	52,0628	0,6362
{A ₂ , A ₄ }	0	1	0,25	29,7502	0,3636
A	7	4	1	0,0187	0,0002
			Сума	81,8317	

Таблиця 8

Функції довіри та правдоподібності сценаріїв

Сценарій	Bel	Pl
A ₁	0,389629105	2,11980755
A ₂	0,331672766	1,647928944
A ₃	0,041242078	1,197450759
A ₄	0,000740903	1,315641167

Згідно антимонопольного законодавства України суб'єкт господарювання займає монополічне (домінуюче) становище на ринку товару, якщо:

– на цьому ринку у нього немає жодного конкурента;

– він не зазнає значної конкуренції внаслідок обмеженості можливостей доступу інших суб'єктів господарювання щодо закупівлі сировини, матеріалів та

збуту товарів, наявності бар'єрів для доступу на ринок інших суб'єктів господарювання, наявності пільг чи інших обставин.

Також монополічним (домінуючим) вважається становище суб'єкта господарювання, частка якого на ринку товару перевищує 35%, якщо він не доведе, що зазнає значної конкуренції [14].

На даний момент ОС Windows встановлена на 99% комп'ютерів. Навіть врахувавши нинішній рівень піратства та віднявши неліцензійні копії компанії Microsoft можна вважати монополістом на ринку, адже її доля ринку більше ніж у 2,8 рази перевищує допустимий показник.

Водночас на ринку програмного забезпечення державного сектору України держава є монополістом, оскільки вона є єдиним покупцем, а тому самостійно встановлює терміни та процедури закупівель для всіх органів державної влади та інших державних структур і робить це централізовано та за рахунок державного бюджету.

Звідси слідує, що у сценарії 1 ринок програмного забезпечення державного сектору України є прикладом ринку двосторонньої монополії.

Для аналізу поведінки держави як покупця та компанії Microsoft як продавця операційної системи Windows ми пропонуємо використовувати критерії, вперше запропоновані в роботі Devanbu P.T., Stubblebine S. [15], в подальшому модифіковані у роботі С.А. Середи [10].

Ключовий момент на даному етапі – розгляд вибору з позиції споживача неліцензійної продукції, тобто відштовхуючись від ситуації, яка має місце зараз та віднайти умови, за яких купівля ліцензійного програмного забезпечення принесе більше вигоди та буде доцільнішою.

1. Критерій поведінки держави, як споживача неліцензійної продукції

Критерій має наступний вигляд:

$$G = I_G - [\min\{C_L^j, (C_U^j + P_U^j \times IP)\} + N_L^i + Q_L^i \times PL] \rightarrow \max \quad (1)$$

Умова придбання легальних продуктів:

$$C_L^i \leq C_U^j + P_U^j \times IP \quad (2)$$

де $L(l_1, l_2, \dots, l_L)$ – множина легальних продуктів виробників ПЗ;

$U(u_1, u_2, \dots, u_U)$ – множина нелегальних продуктів ($U \in L$);

IP (infringement penalty) – сума збитку у разі виявлення факту використання неліцензійного ПЗ;

PL (program loses) – сума збитку від використання неякісного ПЗ (з дефектами виробництва);

P – імовірність виявлення факту нелегального використання ($P(l_i) = 0, P(u_j) \in [0;1]$);

Q_L^i – імовірність збитку від неякісного ПЗ (з дефектами виробництва);

C_L^i – ціна ліцензійної копії i -го програмного продукту;

C_U^j – ціна «піратської» копії i -го програмного продукту;

N_L^i – накладні витрати на i -й програмний продукт (налаштування, доводка);

I_G – дохід (прямий чи опосередкований), який споживач планує отримати від використання продукту;

G – вигода від використання ПО.

2. Критерій поведінки продавця ліцензійного продукту.

Загальний критерій відбору антипіратського заходу:

$$C_{AP} \leq \frac{1}{2C_{SD}}; L_P \geq C_{AP} \quad (3)$$

Критерій вибору оптимальної стратегії:

$$i \rightarrow \min_i \left(\left\{ \frac{C_{AP}}{E_{AP}} \right\}_1, \left\{ \frac{C_{AP}}{E_{AP}} \right\}_2, \dots, \left\{ \frac{C_{AP}}{E_{AP}} \right\}_n \right) \quad (4)$$

Критерій поведінки:

$$M = I_M - (C_S + (C_{AP}, E_{AP})_i) \rightarrow \max \quad (5)$$

де CSD (software development cost) – витрати на розробку ПЗ;

$M_S(\{C_{AP}, E_{AP}\}_1, \{C_{AP}, E_{AP}\}_2, \dots, \{C_{AP}, E_{AP}\}_{CI})$ – множина антипіратських заходів, які може задіяти розробник ПЗ. Кожен елемент множини являє собою пару:

C_{AP} (anti piracy measure cost) – витрати на реалізацію антипіратського заходу;

E_{AP} (anti piracy measure effect) – ефект від антипіратського заходу;

Тут розглядалися наступні пари заходів:

C_{SP} (software protection cost) – витрати на розробку/купівлю/заміну СЗПЗ¹;

E_{SP} (software protection effect) – ефект від розробки/купівлі/заміни СЗПЗ;

C_{PD} (piracy disclosure cost) – витрати на розкриття «піратства»;

E_{PD} (piracy disclosure effect) – ефект від розкриття «піратства»;

C_{LL} (legislation lobbying cost) – витрати на посилення законодавства;

E_{LL} (legislation lobbying effect) – ефект від посилення законодавства;

C_{ID} (individual distribution cost) – витрати на індивідуальне розповсюдження ПЗ;

E_{ID} (individual distribution effect) – ефект від індивідуального розповсюдження ПЗ;

C_{PA} (piracy advertising cost) – витрати на «піратську» рекламу ВПЗ²;

E_{PA} (piracy advertising effect) – ефект від «піратської» реклами ВПЗ;

P_{AP} (anti piracy measures probability) – імовірність вирішення питання боротьби з «піратами»;

L_P (piracy loses) – величина збитків від «піратства»;

I_M (programmed income) – запланований прибуток;

M – вигода від застосування антипіратських заходів.

Проведемо імітаційний експеримент, в ході якого введемо ключові параметри для розрахунку критеріїв поведінки окремо покупця та продавця для 100 випадкових ситуацій за допомогою програми Maple. Усереднивши отримані значення критеріїв отримаємо усереднений розмір вигоди, яка характеризуватиме стан рівноваги. Далі використавши ефект масштабу розрахуємо ціну на одну ліцензію операційної системи, яку зможе заплатити держава, щоб легалізувати неліцензійні копії систем та оновити застарілі та дозволить виробнику не зменшувати запланований прибуток.

Відповідно до особливостей ринку двосторонньої монополії положення рівноваги має знаходитись у точці, яка відповідатиме половині суми вигоди, отриманої покупцем та продавцем сумарно. Тобто,

$$Eq = (G+M)/2 \quad (6)$$

Усі початкові дані визначались на основі експертних оцінок та довелись чиним за допомогою програмного пакету Maple в межах визначених діапазонів. Так ціна ліцензій Windows 7 становить 2500 грн., Windows 8 – 800 грн., ціна піратської копії рівна 0, максимальна кількість копій 200000, сума штрафу варіюється у діапазоні від 100 до 1000 неоподатковуваних мінімумів.

¹ Система захисту програмного забезпечення

² Вільне програмне забезпечення

Множина парето-оптимальних точок, отриманих в ході експерименту наведена на рис. 1.

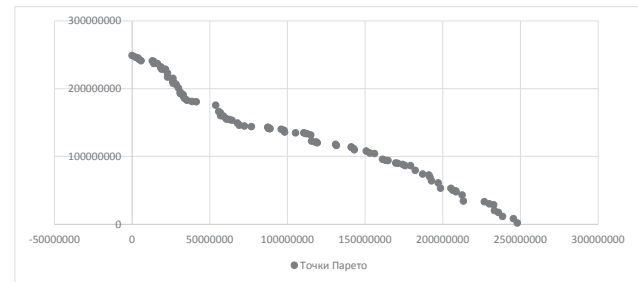


Рис. 1. Множина парето-оптимальних точок

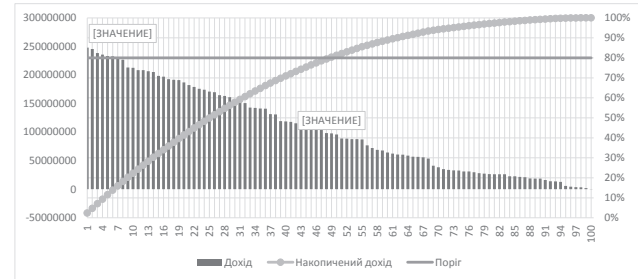


Рис. 2. Уточнення границь парето-оптимальної вигоди покупця

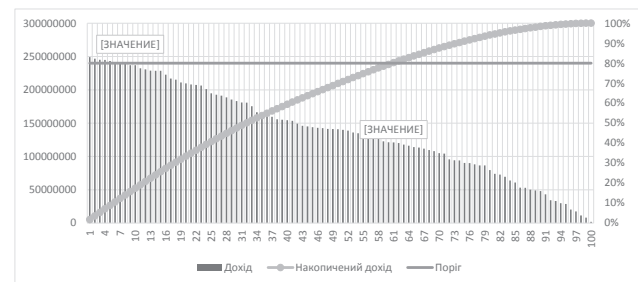


Рис. 3. Уточнення границь парето-оптимальної вигоди продавця

З рисунків 2-3 стає зрозумілим, що оптимальний дохід для покупця знаходиться у діапазоні від 97,7 млн. до 248 млн. грн., а для продавця – від 121 млн. грн. до 249 млн. грн. у ситуації, коли будуть оновлені всі застарілі та неліцензійні операційні системи.

Для точного визначення точки положення рівноваги використаємо формулу 6. Результати наведено у таблиці 9.

Таблиця 9

Розмір рівноважної вигоди

ОС	При оновленні 200 тис.	
	Вигода, грн.	Вигода на 1 копію, грн.
Windows 7	121501336	607,51
Windows 8	118283378	591,42

Висновки з проведеного дослідження. Проблема піратства у державному секторі України є актуальною, але недостатньо дослідженою. Серед основних сценаріїв її вирішення було запропоновано 4 ключові сценарії, найкращим серед яких було визначено варіант легалізації неліцензійного програмного забезпечення та використання комерційних операційних систем Windows. Даний сценарій призводить до взаємодії покупця та продавця на ринку в умовах двосторонньої монополії. З урахуванням особливостей такої ринкової структури було визначено рівно-

важну ціну на ліцензійну операційну систему, яка може бути використана як орієнтир при здійсненні тендерних закупівель державою при здійсненні заходів по легалізації програмного забезпечення державного сектору України.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК:

1. Український експорт послуг ІТ-аутсорсингу щороку зростає на 40% [Електронний ресурс] // Режим доступу: http://www.ukrinform.ua/ukr/news/ukraiinskiy_eksport_poslug_it_atsorsingu_shchoroku_zrostaє_na_40_1859411
2. Інфографіка: всупереч кризам ІТ-галузь зростає [Електронний ресурс] // Режим доступу: <http://forbes.ua/ua/business/1380684-infografika-vsuperech-krizam-it-galuz-zrostaє>
3. Пробелы в лицензировании. BSA: Глобальное исследование рынка программного обеспечения, июнь 2014 [Електронний ресурс] // Режим доступу: http://globalstudy.bsa.org/2013/downloads/studies/2013GlobalSurvey_Study_ru.pdf
4. Українські чиновники не купують ліцензійного ПЗ, але розказують, що майже подолали піратство [Електронний ресурс] // Режим доступу: http://espreso.tv/new/2014/02/18/microsoft_ukrayinski_chynovnyky_vzahali_ne_kupuyut_licenziynoho_pz
5. Конкурентное преимущество. Экономический эффект от использования лицензионного ПО BSA [Електронний ресурс] // Режим доступу: http://portal.bsa.org/insead/assets/studies/2013softwarevaluestudy_russian.pdf
6. США исключили Украину из списка главных «пиратов» мира [Електронний ресурс] // Режим доступу: <http://korrespondent.net/world/3358508-ssha-yskluichyly-ukraynu-uz-spyska-hlavnykh-pyratov-myra>
7. Heger Attaya, On the competition between Proprietary software Piracy and Free software, CEPN, University of Paris Nord, 2011.
8. Arne Rogde Gramstad, Piracy in Commercial vs. Open-Source Software Competition, University of Oslo, 2014.
9. Стратегия и тактика конкуренции на рынке программного обеспечения : Опыт экономикоооматематического моделирования : монография / В.И. Соловьев. – М.: ВегаИнфо, 2010. – 200 с. ISBN 97885591590001002.
10. Серета С.А. Экономический анализ поведения участников рынка программного обеспечения. ИНФОРМОСТ: Радиоэлектроника и Телекоммуникации. – № 6. – 2002. – С. 4.
11. Державне агентство з питань науки, інновацій та інформатизації України | Доповідь про стан інформатизації та розвиток інформаційного суспільства в Україні за 2013 рік. [Електронний ресурс] // Режим доступу: <http://dknii.gov.ua/?q=node/1469>
12. LiMux. Wikipedia [Електронний ресурс] // Режим доступу: <http://en.wikipedia.org/w/index.php?title=LiMux&oldid=636313478>
13. Beynon M. J.. A method of aggregation in DS/AHP for group decision-making with the non-equivalent importance of individuals in the group // Computers & Operations Research. – 2005a. – 32. – P. 1881–1896.
14. Закон України «Про захист економічної конкуренції». Верховна Рада України, Закон від 11.01.2001, – № 2210-III.
15. Devanbu P.T., Stubblebine S. Software Engineering for Security: a Roadmap // Proceeding of the Conference on The Future of Software Engineering – ICSE 2000 – P. 227-239.