

## ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНИХ НАСЛІДКІВ УПРОВАДЖЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

**О.М. Волк,**

Сумський державний університет, м. Суми

*У статті запропонований науково-методичний підхід до економічної оцінки екологічних наслідків упровадження й використання інформаційно-комунікаційних технологій. Наведено результати розрахунків завданого економічного збитку від забруднення довкілля, пов'язаного з виробництвом, експлуатацією та утилізацією устаткування інформаційно-комунікаційних технологій у 2008 р. та здійснено прогноз завданого збитку до 2011 р.*

**Ключові слова:** інформаційно-комунікаційні технології, економічна оцінка, екологічні наслідки, економічний збиток від забруднення довкілля.

*В статье предложен научно-методический подход к экономической оценке экологических последствий внедрения и использования информационно-коммуникационных технологий. Приведены результаты расчетов причинного экономического ущерба от загрязнения окружающей среды, связанного с производством, эксплуатацией и утилизацией оборудования информационно-коммуникационных технологий в 2008 г. и осуществлен прогноз причинного ущерба до 2011 г.*

**Ключевые слова:** информационно-коммуникационные технологии, экономическая оценка, экологические последствия, экономический ущерб от загрязнения окружающей среды.

### ВСТУП. ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ

Перехід до інформаційного суспільства та необхідність врахування результатів впливу інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) на динаміку економічного розвитку країни потребує проведення комплексних і системних досліджень об'єктивних передумов підвищення еколого-економічної ефективності упровадження та використання ІКТ. Економічне обґрунтування впровадження ІКТ з урахуванням економічних наслідків його впливу на довкілля неможливе без дослідження, систематизації та оцінки не тільки економічних, але й екологічних ефектів від використання ІКТ.

Дослідженню взаємозв'язків між економічним розвитком та екологічними процесами присвячені праці як вітчизняних, так і зарубіжних вчених та науковців: О.Ф. Балацького, Б.В. Буркинського, А.Ю. Жулавського, В.М. Кислого, Л.Г. Мельника, Є.В. Мішеніна, І.В. Недіна, Н.В. Пахомової, О.В. Прокопенко, К.К. Ріхтера, О.В. Садченко, П.В. Тархова, О.М. Теліженка, Є.В. Хлобистова та ін. Проблеми оцінки позитивних та негативних еколого-економічних ефектів від упровадження ІКТ розглядаються у працях вітчизняних та зарубіжних вчених: Р.Ф. Абдєєва, Е. Буна, В.М. Гейця, Е.В. Гончаренка, М.З. Згуровського, В. Л. Іноземцева, М.Ф. Реймерса, В.П. Семиноженка, Л. Хенса, А.А. Чухна, Т. Шауера та ін. Незважаючи на отримані результати та накопичений досвід, наукові дослідження економічних проблем упровадження ІКТ, на наш погляд, повинні поглиблюватися виходячи із необхідності врахування позитивних та негативних економічних наслідків їх впливу на довкілля. Таким чином, метою даного дослідження є економічна оцінка екологічних наслідків упровадження ІКТ в Україні.

### РЕЗУЛЬТАТИ

Останніми роками навколо питання про роль інформаційно-комунікаційних технологій у процесах соціо-еколого-економічного розвитку розгорнулися серйозні дискусії, викликані тим, що, як показує практичний досвід, маючи величезний потенціал для росту економіки, ІКТ є не тільки силою, що підтримує сталий розвиток, але володіє як позитивними, так і негативними ефектами. При цьому особливо важливо, що позитивні й негативні ефекти проявляються не тільки в галузі економіки, але також у соціальній сфері та у сфері навколишнього середовища. На основі проведеного аналізу в табл. 1 нами визначено позитивний та негативний вплив ІКТ на навколишнє середовище залежно від сфери їх застосування.

*Таблиця 1 – Вплив ІКТ на навколишнє середовище*

Сфера застосування ІКТ	Зміна викидів шкідливих речовин від транспорту			Зміна енергоспоживання	Зміна обсягів твердих побутових відходів	Електромагнітне забруднення довкілля	Економія природних ресурсів
	внаслідок зміни обсягів вантажопереvezень	внаслідок зміни обсягів пасажиропереvezень	внаслідок зміни використання особистого транспорту				
Розроблення, виробництво,	х	х	х	–	–	–	–

експлуатація та утилізація ІКТ-устаткування							
Електронна комерція	-	+	+	+	x	-	+
Телеробота, заміна подорожей аудіо- та відеоконференціями	x	+	+	+	x	-	+
Віртуалізація товарів та послуг	+	+	+	+	+	-	+
Електронний уряд	x	+	+	x	x	-	+
Електронна банківська система	x	+	+	x	x	-	+
Он-лайн білінг	x	+	+	x	+	-	+
Геоінформаційні системи	+	+	+	x	x	-	+
Використання ІКТ у логістиці	+	x	x	x	+	-	+
Використання ІКТ в управлінні виробництвом	+	x	x	+	+	-	+
Використання ІКТ в управлінні інфраструктурою будівель	x	x	x	+	x	-	+
«-» – більш негативний, ніж позитивний вплив на навколишнє середовище; «+» – більш позитивний, ніж негативний вплив на навколишнє середовище; «x» – вплив на навколишнє середовище незначний або нейтральний							

Як бачимо з табл. 1, процеси розроблення, виробництва, експлуатації та утилізації ІКТ-устаткування негативно впливають на навколишнє середовище. Більшість сфер застосування ІКТ, такі, як електронна комерція, електронний уряд, електронна банківська система тощо, підвищують не тільки ефективність використання природних ресурсів, але й можуть впливати на зміну рівня використання транспорту, а отже й викидів шкідливих речовин у повітря.

Однак у більшості досліджень економічна оцінка ефектів від запровадження та використання ІКТ в Україні не враховує прямих та непрямих економічних наслідків впливу ІКТ на довкілля, що негативно позначається на об'єктивності процесу прийняття рішень щодо запровадження ІКТ.

Перш за все, на наш погляд, необхідною є оцінка тих економічних збитків від забруднення довкілля, що завдаються народному господарству внаслідок виробництва, експлуатації, утилізації ІКТ-устаткування.

Так, на нашу думку, основними економічними збитками від забруднення довкілля, пов'язаного з виробництвом, експлуатацією, утилізацією ІКТ-устаткування, є такі:

1) еколого-економічний збиток від забруднення довкілля при виробництві ІКТ устаткування та супутніх ресурсів, засобів виробництва:

$$\dot{O}_{\dot{a}\dot{e}\dot{o}} = \sum_i N_i^{\dot{a}\dot{a}\dot{n}} \cdot y_i^{\dot{a}\dot{a}\dot{n}}, \quad (1)$$

де  $N_i^{\dot{a}\dot{a}\dot{n}}$  - обсяг використаного ресурсу  $i$ -го виду при виробництві устаткування ІКТ, нат. од.;  $y_i^{\dot{a}\dot{a}\dot{n}}$  — питомий економічний збиток від видобутку, обробки, використання у виробництві ресурсу  $i$ -го виду, грош. од./нат. од.;

2) еколого-економічний збиток від електромагнітного забруднення довкілля (погіршення здоров'я населення):

$$\dot{O}_{\dot{c}} = \dot{O}_{\dot{e}\dot{z}\dot{e}} + \dot{O}_{\dot{A}\dot{A}\dot{i}} + \dot{O}_{\dot{n}\dot{o}} + \dot{O}_{\dot{z}}, \quad (2)$$

де  $\dot{O}_{\dot{e}\dot{z}\dot{e}}$  - економічні збитки, пов'язані з витратами на лікування, грош. од.;  $\dot{O}_{\dot{A}\dot{A}\dot{i}}$  - економічні збитки, пов'язані з недоотриманням частини ВВП внаслідок зниження продуктивності праці та втрати працездатності через погіршення стану здоров'я, грош. од.;  $\dot{O}_{\dot{n}\dot{o}}$  - економічні збитки, пов'язані зі соціальними виплатами внаслідок втрати працездатності, грош. од.;  $\dot{O}_{\dot{z}}$  - інші збитки та упущена вигода у зв'язку з погіршенням стану здоров'я, грош. од. [1];

3) еколого-економічний збиток від забруднення довкілля при виробництві електроенергії, яка споживається устаткуванням ІКТ:

$$\dot{O}_{\dot{a}\dot{e}} = \sum_3 N_3 \cdot \dot{A}_3^{\dot{i}\dot{e}\dot{o}} \cdot \dot{O}_{\dot{a}\dot{e}}, \quad (3)$$

де  $N_3$  — кількість устаткування ІКТ  $i$ -го виду;  $\dot{A}_3^{\dot{i}\dot{e}\dot{o}}$  — середньорічне споживання електроенергії одиницею устаткування ІКТ  $i$ -го виду, МВт·год;  $\dot{O}_{\dot{a}\dot{e}}$  — питомий економічний збиток від забруднення

довкілля при виробництві 1 МВт електроенергії, грош. од./МВт-год;

4) еколого-економічний збиток від забруднення довкілля внаслідок утворення відходів електронного устаткування

$$\dot{O}_{\text{азао}} = \sum_3 (k_i^1 \cdot y_1 + k_i^2 \cdot y_2 + k_i^3 \cdot y_3 + k_i^4 \cdot y_4) \cdot m_i, \quad (4)$$

де  $k_i^1, k_i^2, k_i^3, k_i^4$  — частка речовин відповідно I, II, III, та IV класу небезпеки, що містяться в одиниці  $i$ -го виду устаткування;  $\acute{o}_1, \acute{o}_2, \acute{o}_3, \acute{o}_4$  - питомий економічний збиток від забруднення довкілля відходами відповідно I, II, III, та IV класу небезпеки, грош. од./нат. од.;  $m_i$  - обсяг відходів  $i$ -го виду устаткування, нат. од.;

5) інші еколого-економічні збитки від забруднення довкілля, пов'язані з виробництвом, експлуатацією та утилізацією ІКТ.

Оскільки в Україні практично все устаткування ІКТ імпортується, то у розрахунках завданого економічного збитку складова, пов'язана з виробництвом устаткування ІКТ, нами не враховувалася.

Нами проведено розрахунки завданих річних економічних збитків від наявності ІКТ в Україні для 2008 року та зроблено прогноз до 2011 року на основі середньорічних темпів зростання обсягів ІКТ-устаткування за 2000-2007 роки. Нижче наведено розрахунки економічних збитків від забруднення довкілля, пов'язаного з наявністю ІКТ.

1. Оцінка річного економічного збитку від забруднення довкілля при виробництві електроенергії, що споживається устаткуванням ІКТ. У розрахунках даного збитку враховане споживання електроенергії персональними комп'ютерами.

У табл. 2 наведено дані про середньорічне споживання електроенергії одиницею устаткування.

Таблиця 2 – Середньорічне споживання електроенергії ЕОМ [2]

Вид устаткування	Споживання електроенергії на рік, кВт-год
Настільний комп'ютер	200-400
Ноутбук	80-140
Сервер	1500

За даними [3] на 2008 р. частка настільних персональних комп'ютерів в Україні становить 68%, ноутбуків – 31 %, серверів – приблизно 1%, кількість комп'ютерів на 100 мешканців – 13 одиниць. Враховуючи кількість населення України за даними Держкомстату на 2008 р., кількість комп'ютерів за типами становить: настільних комп'ютерів – 4,089 млн одиниць; ноутбуків – 1,864 млн одиниць; серверів – 0,06 млн одиниць.

Для розрахунку економічного збитку від забруднення довкілля при виробництві електроенергії, що споживається устаткуванням ІКТ, нами враховані максимальні значення річного споживання електроенергії з табл. 2. За питомий економічний збиток від забруднення довкілля при виробництві 1 МВт-год використаний питомий збиток, розрахований у [4] – 3 дол. США / МВт-год.

Таким чином, річний економічний збиток від забруднення довкілля при виробництві електроенергії, що споживається устаткуванням ІКТ, для 2008 р. становить 5,9597 млн дол. США.

У табл. 5 наведено результати прогнозу економічного збитку від забруднення довкілля при виробництві електроенергії, що споживається устаткуванням ІКТ, до 2011 р. Прогноз розроблений нами, враховуючи середньорічні темпи зростання кількості комп'ютерів в Україні за 2000-2007 роки. Співвідношення типів устаткування враховується на рівні 2008 р., хоча в Україні спостерігається тенденція зниження частки настільних комп'ютерів та підвищення частки ноутбуків. Оскільки настільні комп'ютери є менш енергоефективними, ніж ноутбуки, то отриманий прогноз споживання електроенергії не є заниженим, що важливо для об'єктивної оцінки еколого-економічного результату.

2. Річний економічний збиток від забруднення довкілля електромагнітним випромінюванням.

При оцінці даного збитку врахований питомий економічний збиток від погіршення здоров'я населення внаслідок користування мобільним зв'язком, розрахований за методикою [1] ( $\acute{o}_{\text{гедо}} = 17,04$  дол. США на одного абонента).

За даними Держкомстату України, у 2008 році кількість абонентів мобільного зв'язку становила 55694,5 тис. чол. Враховуючи, що кількість абонентів навіть перевищує кількість населення України, вважаємо, що шкідливому впливу піддається все населення України, а отже, економічний збиток від електромагнітного забруднення довкілля для 2008 р. становитиме 788,24 млн дол. США.

Оскільки за останні 10 років в Україні, за даними Держкомстату, спостерігається тенденція до щорічного зменшення кількості населення, то за методикою [1] економічний збиток від електромагнітного забруднення довкілля має також знижуватися (оскільки знижується і кількість користувачів). Але, на нашу думку, такий

розрахунок призведе до переоцінки еколого-економічного результату у зв'язку з тим, що в майбутньому кількість мобільних пристроїв, що можуть шкідливо впливати на здоров'я людини, може збільшуватися. Поширення таких пристроїв компенсуватиме скорочення кількості населення та вдосконалення устаткування. Тому, на нашу думку, врахування економічного збитку від електромагнітного забруднення на рівні 2008 р. (оскільки саме цього року кількість абонентів мобільного зв'язку перевищила кількість населення) дозволить більш об'єктивно оцінити прогнозований еколого-економічний результат і уникнути заниження даного економічного збитку (табл. 5).

3. Річний економічний збиток від забруднення довкілля відходами устаткування ІКТ.

Оцінка даного збитку проведена нами з урахуванням вмісту в ІКТ-устаткуванні речовин 1-4-го класів небезпеки. Так, у табл. 3 наведено дані про частки речовин, що містяться в устаткуванні ІКТ.

Таблиця 3 – Вміст речовин 1-4-го класів в устаткуванні ІКТ [5]

Складова	Частка, %
Чорні метали	36
Алюміній	5
Мідь	4
Свинець	0,29
Кадмій	0,018
Ртуть	0,0001
Золото	0,0002
Срібло	0,0012
Паладій	0,0001
Індій	0,0005
Бромований пластик	18
Пластик	12
Свинцеве скло	19
Скло	0,3
Інші	5,7

Таким чином, у відходах устаткування ІКТ в середньому міститься:

- 1) відходів 1-го класу небезпеки – 19,31 %;
- 2) відходів 3-го класу небезпеки – 4 %;
- 3) відходів 4-го класу небезпеки – 76,69 %.

Питомий економічний збиток від 1 тонни відходів ІКТ-устаткування визначений, враховуючи вміст речовин 1-4-го класів небезпеки та питомий економічний збиток за класами відходів, розрахований за методикою [1]: 7,8 дол. США на 1 тону відходів.

Оскільки частка відходів електронного устаткування у загальному обсязі твердих побутових відходів в Україні за приблизними оцінками становить 0,4% [6], то для 2008 року економічний збиток від утворення відходів устаткування ІКТ становить 0,348748 млн дол. США.

У табл. 5 наведено результати прогнозу економічного збитку від утворення відходів устаткування ІКТ до 2011 р. Економічний збиток від забруднення довкілля, що завданий народному господарству ІКТ, розрахований як сума всіх завданих збитків. Результати розрахунку для 2008 року наведені у табл. 4, прогнозовані значення – у табл. 5.

Таблиця 4 – Повний завданий економічний збиток від забруднення довкілля внаслідок експлуатації та утилізації ІКТ-устаткування, млн дол. США, 2008

Показник	Значення
Економічний збиток від забруднення довкілля ІКТ-відходами (1-4-го класів)	0,35
Економічний збиток від забруднення довкілля під час виробництва електроенергії, що споживається ІКТ	5,96
Економічний збиток від електромагнітного забруднення	788,24
Завдані збитки, всього	794,55

Таблиця 5 – Прогноз економічних збитків від забруднення довкілля внаслідок наявності ІКТ до 2011 року,

млн дол. США

Показники	2008	2009	2010	2011
Економічний збиток від забруднення довкілля ІКТ-відходами (1-4-го класів небезпеки)	0,35	0,40	0,45	0,52
Економічний збиток від забруднення довкілля під час виробництва електроенергії, що споживається ІКТ	5,96	6,79	7,74	8,83
Економічний збиток від електромагнітного забруднення довкілля	788,24	788,24	788,24	788,24
Завдані збитки, всього	794,55	795,43	796,44	797,59

Як видно з табл. 5, за наявних темпів зростання кількості ІКТ-устаткування та характеристик енергоспоживання економічний збиток від утворення електронних відходів та споживання електроенергії у 2011 році зросте приблизно у 1,5 раза порівняно з 2008 роком. Однак, враховуючи незмінність економічного збитку від електромагнітного забруднення, вважаючи досягнення ним максимального значення вже у 2008 році, середньорічний темп зростання повних завданих збитків становитиме майже 0,3%.

#### ВИСНОВКИ

На основі розробленого методичного підходу розраховано прогнозовані економічні збитки від забруднення довкілля, пов'язаного з наявністю ІКТ за 2008-2011 р. на основі середньорічних темпів зростання кількості комп'ютерів в Україні за 2000-2007 рр. Розрахунки показують, що найбільшу частку у загальному збитку має економічний збиток від електромагнітного забруднення. Це пояснюється тим, що за даними Держкомстату на 2008 р. все населення України є користувачами мобільного зв'язку, а кількість комп'ютерів та її темпи зростання в Україні є досить низькими. Таким чином, на еколого-економічні результати від впровадження та використання ІКТ можуть бути як позитивними, так і негативними. Але наявність таких негативних ефектів не повинна бути перешкодою для впровадження ІКТ, оскільки переваги, що надає їх використання, дозволять підвищити еколого-економічну ефективність функціонування економічних систем та запроваджувати нові прогресивні види виробництва, що знижують навантаження на навколишнє середовище та мінімізують можливі ризики.

#### SUMMARY

#### ECONOMIC ASSESSMENT OF ECOLOGICAL RESULTS OF INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES IMPLEMENTATION

*O. Volk,*  
Sumy State University, Sumy

*In the article scientific-methodical approach to economic assessment of ecological results of information and communication technologies implementation is proposed. In the article there are results of estimation of caused ecological-economic damage, relating to production, use and disposal of information and communication technologies equipment in 2008-2011.*

*Key words: information and communication technologies, economic assessment, ecological results, economic damage of environment pollution.*

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Методи оцінки екологічних втрат: монографія / за ред. д.е.н. Л.Г. Мельника та к.е.н. О.І. Карінцевої. – Суми: ВТД «Університетська книга», 2004. – 288 с.
2. Маслоківська О. Застосування принципів зеленого офісу в організації [Електронний ресурс] / О. Маслоківська. — Режим доступу: [www.globalcompact.org.ua/img/usr/files/260209/](http://www.globalcompact.org.ua/img/usr/files/260209/).
3. Доповідь Кабінету Міністрів України Верховній Раді України про стан та перспективи розвитку інформатизації в Україні за 2008 рік. Проект [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.kmu.gov.ua/control/uk/publish/>.
4. Основи екології. Екологічна економіка та управління природокористуванням: підручник / за заг. ред. д.е.н., проф. Л.Г. Мельника та к.е.н, проф. М.К. Шапочки. – Суми: ВТД «Університетська книга», 2005. – 759 с.
5. e-Waste Composition [Electronic resource] / Swiss e-waste guide. — Mode of access: [http://ewasteguide.info/material\\_composition](http://ewasteguide.info/material_composition).
6. Національна стратегія поводження з твердими побутовими відходами в Україні [Електронний ресурс] / Портал України з поводження з твердими побутовими відходами. - Режим доступу: <http://ukrwaste.com.ua>.

*Надійшла до редакції 24 грудня 2011 р.*