

О.М. Волк

Підходи до урахування наслідків впровадження інформаційно-комунікаційних технологій за стадіями життєвого циклу продукту

У статті запропонований науково-методичний підхід до оцінки соціо-еколого-економічних ефектів від впровадження й використання інформаційно-комунікаційних технологій, що враховує прямі й непрямі, позитивні й негативні наслідки їх використання за стадіями життєвого циклу продукту. Запропоновано відповідну систему економічних та еколого-економічних показників.

Ключові слова: інформаційно-комунікаційні технології, життєвий цикл продукту, впровадження та використання ІКТ, вплив ІКТ на довкілля, економічний збиток від забруднення довкілля, соціо-еколого-економічний ефект.

Постановка проблеми, аналіз останніх досліджень

Розвиток інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) надав науковцям поштовх до більш детального розгляду інформаційних факторів становлення майбутнього суспільства. В останні кілька років 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 зростання економіки, ІКТ є не тільки силою, що підтримує сталий розвиток, але володіє як позитивним, так і негативним ефектами. При цьому особливо важливо, що позитивні й негативні ефекти проявляються не тільки в галузі економіки, але також у соціальній сфері й у сфері навколишнього середовища.

Проблеми оцінки позитивних та негативних еколого-економічних ефектів від впровадження ІКТ розглядаються у працях вітчизняних та зарубіжних вчених: Р.Ф. Абдєєва, Е. Буна, В.М. Геєця, Е.В. Гончаренка, М.З. Згуровського, В.Л. Іноземцева, М.Ф. Реймерса, В.П. Семиноженка, Л. Хенса, А.А. Чухна, Т. Шауєра та ін. Незважаючи на отримані результати та накопичений досвід, наукові дослідження економічних проблем впровадження ІКТ, на наш погляд, повинні поглиблюватися виходячи із необхідності урахування позитивних та негативних економічних наслідків їх впливу на довкілля. У зв'язку з цим **метою даного дослідження** є удосконалення науково-методичних підходів до урахування економічних, соціальних та екологічних наслідків впровадження ІКТ за стадіями життєвого циклу продукту.

Результати дослідження

Вплив інформаційно-комунікаційних технологій проявляється на кожній стадії життєвого циклу продукту, що надає можливості для підвищення ефективності виробництва, зниження витрат, отримання певних соціальних ефектів та зменшення деструктивного впливу на довкілля. Розглянемо економічний, соціальний та екологічний прояви впливу ІКТ за стадіями життєвого циклу продукту.

1. Стадія розроблення продукту.

На цій стадії ІКТ дозволяють значно скоротити терміни розроблення продукту завдяки застосуванню сучасних ЕОМ для здійснення складних розрахунків,

Волк Ольга Миколаївна, кандидат економічних наук, старший викладач кафедри економіки Сумського державного університету.

моделювання конструкції виробів.

ІКТ здатні значно скоротити час та витрати на випробування дослідного зразка: за допомогою сучасного обладнання можна моделювати процес та умови експлуатації виробу, економлячи ресурси на проведення випробувань.

Технології швидкого прототипування дозволяють отримувати фізичні вироби та моделі без їх інструментального виготовлення, тобто шляхом проектування та «друкування» за допомогою сучасного обладнання. Виготовлення таких прототипів не займає багато часу та дозволяє значно скоротити витрати на здійснення випробувань фізичних виробів. На етапі проектування ІКТ також надають можливість залучення великої кількості висококваліфікованих спеціалістів різних країн світу за допомогою відеоконференцій та інших сучасних засобів зв'язку, що підвищує продуктивність праці, сприяє удосконаленню виробу, більш точному урахуванню вимог експлуатації та ризиків. На стадії розроблення продукту ІКТ також дозволяють знизити антропогенне навантаження на довкілля.

Використання сучасних машин та обладнання, спеціального програмного забезпечення та етапі проектування та тестування виробу мінімізує екологічні ризики, що можуть виникнути на стадії виробництва або споживання. Виявлені під час розрахунків і випробувань недоліки та можливі ризики мінімізуються шляхом удосконалення конструкції виробу, його характеристик. ІКТ можуть значно скоротити терміни розроблення екологічно чистих товарів, що сприяє розширенню їх виробництва та споживання.

Але скорочення термінів розроблення будь-якого товару приводить до збільшення обсягів виробництва і споживання, у тому числі екологічно несприятливих товарів, що підвищує обсяги використання природних ресурсів та утворення відходів, а отже, і збільшує антропогенне навантаження на довкілля.

2. Стадія виробництва.

Застосування сучасних геоінформаційних технологій на етапі видобутку ресурсів для виробництва продукції сприяє більш ефективному пошуку родовищ корисних копалин, зменшенню витрат на їх розроблення тощо. Впровадження автоматизованих процесів та обладнання на виробництві дозволяє підвищити продуктивність праці, вивільнити певну кількість робітників. Автоматизовані системи контролю дозволяють на кожному етапі виробничого процесу контролювати не лише ефективність використання природних ресурсів (запобігання надмірній втраті води, електроенергії, газу тощо), а але й якість продукції, що обумовлює скорочення втрат від браку та сприяє підвищенню конкурентоспроможності продукції. У підсумку такі переваги сприяють скороченню витрат на виробництво та збільшенню прибутку підприємства. Здійснення контролю за використанням природних ресурсів, у свою чергу, має і певний екологічний ефект: раціональне використання природних ресурсів знижує негативний вплив на довкілля.

Розвиток електронної комерції дозволяє обирати будь-якого постачальника ресурсів для виробництва продукції, незважаючи на його віддаленість. З одного боку, це може сприяти зниженню шкідливих викидів від транспорту внаслідок скорочення поїздок, але з іншого – призвести до підвищення забруднення повітря через збільшення відстаней доставки ресурсів від постачальника до виробника. Використання електронної комерції дозволяє покращити взаємозв'язок між постачальниками ресурсів та виробниками продукції, між виробниками та споживачами, що сприяє уникненню надмірного видобутку природних ресурсів та перевиробництва продукції. Це, у свою чергу, зменшує потребу у додаткових складських приміщеннях, призводить до економії енергії та зниження негативного впливу на довкілля під час її виробництва. Крім того,

віртуалізація товарів та послуг зменшує необхідність у видобутку природних ресурсів, що позитивно впливає на стан довкілля.

3. Реалізація.

На стадії реалізації продукція надходить у торговельну мережу і реалізується споживачу. Економічними перевагами використання ІКТ на цій стадії є можливість виходу на нові ринки збуту продукції: Інтернет та електронна комерція значно розширюють коло споживачів, що можуть зацікавитися продукцією незалежно від їх віддаленості. Це дозволяє підприємствам отримувати більш високі прибутки. При цьому витрати на доставку товарів споживачу можуть бути скорочені завдяки використанню логістики.

Заміна звичайних торговельних центрів на Інтернет-магазини може значно знизити споживання енергії, а отже, і зменшити екологічне навантаження: енергії на утримання складського приміщення необхідно значно менше, ніж на забезпечення роботи торговельних центрів та супермаркетів. Крім того, розвиток електронної комерції позбавляє необхідності використання транспорту для здійснення покупок, що зменшує шкідливі викиди в атмосферу. Можливість більш тісної взаємодії між споживачем та виробником зменшує кількість невикористаних товарів, а отже, і знижує кількість відходів. Інтернет споживачам надає можливість отримувати повну інформацію про екологічність товарів, створювати співтовариства та поширювати таку інформацію серед інших споживачів. Ці дії змушують виробників враховувати екологічний фактор при розробленні та виробництві продукції, що, безперечно, позитивно позначається на стані довкілля. Однак можливість здійснити покупку у будь-якому Інтернет-магазині може набагато підвищити обсяги постачання товарів між країнами світу, зокрема літаками. Збільшення обсягів вантажоперевезень різних видів транспорту у підсумку матиме підвищення забруднення повітря шкідливими речовинами.

4. Споживання.

З розвитком Інтернету та електронної пошти споживач отримує широкий доступ до інформації щодо більш ефективного використання товару, має змогу звернутися безпосередньо до виробника або постачальника з метою подання пропозицій із удосконалення продукції, отримання консультації, обслуговування, гарантійного ремонту тощо. Таким чином, споживач може отримати більшу корисність від використання даного товару, зокрема підвищити свій дохід.

Розміщення в Інтернеті доступної для споживачів інформації про екологічність та безпечність товарів і послуг для здоров'я людини та довкілля може сприяти зменшенню попиту на екологічно небезпечні товари та послуги і збільшенню попиту на товари, виробництво і споживання яких не має шкідливого впливу на здоров'я людини й довкілля.

Крім того, за допомогою ІКТ процес експлуатації деяких товарів, що супроводжується шкідливим впливом на довкілля, можна замінити на менш шкідливий. Так, експлуатація складного обладнання та машин, наприклад, літаків, потребує попереднього навчання і тестування. Використання симуляторів польотів позбавляє необхідності здійснення реальних польотів, які супроводжуються викидами шкідливих речовин у повітря, а також дозволяє зекономити паливо та енергію.

5. Утилізація.

Використання ІКТ на попередніх етапах життєвого циклу продукту, як зазначалося, дозволяє уникнути перевиробництва продукції та надмірного видобування ресурсів, замінити деякі товари та послуги на віртуальні тощо. Це, у свою чергу, призводить до зменшення кількості відходів, а отже, до скорочення витрат на їх утилізацію та зниження екодеструктивного впливу. ІКТ можуть значно покращити процес сортування

відходів за допомогою спеціальних комп'ютерів та машин, що позначається на скороченні витрат й підвищенні рівня переробки відходів.

Застосування систем моніторингу та контролю за несанкціонованим розміщенням відходів дозволяє вчасно виявити порушників та притягнути їх до відповідальності за порушення законодавства у сфері охорони навколишнього середовища, а також попередити подібні випадки у майбутньому.

Розвиток електронної комерції також сприяє зниженню кількості відходів, подовжуючи життєвий цикл товару на ринку. Так, у даний час поширені так звані Інтернет-аукціони, на яких продаються товари, що були у використанні. Інтернет дозволяє таким чином подовжити час використання товарів і, як наслідок, скоротити потребу у виробництві нових товарів, а отже, зменшити кількість утворених відходів.

Водночас важливою проблемою є утилізація токсичних речовин, що містяться у вбудованих системах контролю (контролери у побутовій техніці тощо).

Застосування ІКТ на кожній стадії процесу життєвого циклу продукту передбачає значні витрати на забезпечення безпеки інформаційних систем, постійне оновлення як устаткування, так і програмного забезпечення у зв'язку з їх швидким моральним зношенням. Крім того, негативний екологічний вплив ІКТ проявляється на всіх стадіях життєвого циклу продукту і полягає у зростанні споживання електроенергії. По-перше, це пов'язано з тим, що більшість устаткування ІКТ або працює, або має знаходитися у режимі «очікування», в процесі якого також споживається електроенергія. По-друге, для забезпечення надійності роботи інформаційних систем завжди існує необхідність дублювання устаткування ІКТ, що призводить до значних витрат електроенергії.

Вплив ІКТ у соціальній сфері проявляється на всіх стадіях життєвого циклу продукту. ІКТ сприяє покращанню умов праці за рахунок виконання важкої або монотонної роботи машинами та обладнанням. На стадії розроблення ІКТ можуть сприяти також встановленню більш тісного зворотного зв'язку зі споживачем, що дозволяє вдосконалювати конструкцію та властивості виробів, підвищити їх конкурентоспроможність.

Впровадження сучасних технологій викликає перерозподіл робочих місць: автоматизація багатьох виробничих та бізнес-процесів призводить до зменшення потреби у малокваліфікованій або некваліфікованій праці, але при цьому зростає потреба у висококваліфікованих спеціалістах у галузі інформаційно-комунікаційних технологій, із зростанням галузі ІКТ збільшується кількість робочих місць.

Водночас робота із сучасними технологіями передбачає постійне навчання, перенавчання, підвищення кваліфікації у зв'язку зі стрімким розвитком ІКТ і зміною поколінь технологій та обладнання. Для деяких робітників такі вимоги можуть стати непомірним навантаженням, постійною напругою та причиною психологічного дискомфорту, що може призвести до зниження продуктивності праці, підвищення захворюваності тощо. Крім того, як і в будь-якій іншій сфері, ІКТ можуть бути причиною деяких професійних захворювань, обумовлюючи зниження продуктивності праці, додаткові витрати на соціальну допомогу, недоотримання національного доходу.

Таким чином, на всіх стадіях життєвого циклу продукту ІКТ мають як позитивний, так і негативний економічний, соціальний та екологічний вплив.

Визначаючи соціо-еколого-економічну ефективність впровадження ІКТ на кожній стадії, необхідно сформулювати відповідну систему економічних, соціально-економічних та еколого-економічних показників. На наш погляд, основними економічними, соціальними та екологічними ефектами, що виникають на кожній стадії життєвого циклу продукту, можуть бути такі:

- 1) розроблення продукту:

- скорочення термінів розроблення продукту;
 - підвищення продуктивності праці;
 - скорочення термінів та необхідних ресурсів на маркетингові дослідження та випробування продукту;
 - збільшення економічного збитку від забруднення довкілля під час видобутку, оброблення, транспортування, використання ресурсів та утилізації відходів унаслідок прискорення розроблення нових продуктів;
 - зменшення економічного збитку від забруднення довкілля внаслідок збільшення виробництва та споживання екологічних товарів; удосконалення конструкції та якості товарів; більш повного урахування на етапі розроблення екологічних ризиків, що можуть виникнути стадіях виробництва та споживання продукту;
- 2) виробництво:
- зниження витрат підприємств-виробників за рахунок: скорочення термінів пошуку родовищ корисних копалин, підвищення продуктивності праці, контролю якості продукції, зниження браку, контролю за ефективним використанням ресурсів, автоматизації виробництва;
 - зменшення економічного збитку від забруднення довкілля під час видобутку, оброблення, транспортування, використання ресурсів та утилізації відходів виробництва за рахунок віртуалізації товарів і послуг, контролю за втратою та надмірним споживанням природних ресурсів на виробництві, уникнення перевиробництва товарів тощо;
 - зміна економічного збитку від забруднення довкілля у процесі виробництва електроенергії за рахунок збільшення споживання електроенергії ІКТ-устаткуванням, економії енергії завдяки зменшенню потреби у складських приміщеннях тощо;
 - зміна економічного збитку від забруднення довкілля викидами від транспорту внаслідок зміни відстаней постачання ресурсів виробнику;
- 3) реалізація:
- підвищення прибутку підприємств-реалізаторів завдяки виходу на нові ринки збуту товарів та послуг;
 - скорочення витрат підприємств-реалізаторів на доставку товарів з використанням логістики;
 - зміна економічного збитку від забруднення довкілля викидами транспорту унаслідок зміни відстаней постачань товарів від виробника споживачеві та зниження обсягів використання транспорту споживачами для здійснення покупок;
 - зміна економічного збитку від забруднення довкілля у процесі виробництва електроенергії за рахунок збільшення споживання електроенергії ІКТ, економії енергії завдяки зменшенню потреби у торговельних центрах тощо;
 - зменшення економічного збитку від забруднення довкілля відходами внаслідок оптимізації постачань товарів та внаслідок поширення екологічних товарів;
- 4) споживання:
- підвищення доходів споживачів унаслідок збільшення ефективності використання товарів;
 - зниження витрат споживачів, у тому числі на ремонт, у зв'язку з удосконаленням конструкції та характеристик товарів;
 - зменшення економічного збитку від забруднення довкілля та погіршення стану здоров'я населення при споживанні екологічних товарів;
 - зменшення економічного збитку від забруднення довкілля у процесі експлуатації

товарів унаслідок застосування симуляторів тощо;

5) утилізація:

– зниження державних витрат та витрат підприємств на утилізацію відходів унаслідок скорочення надмірного видобутку ресурсів, виробництва товарів;

– зниження витрат на утилізацію внаслідок використання ІКТ при сортуванні відходів;

– зменшення економічного збитку від забруднення довкілля відходами за рахунок моніторингу та контролю за станом сміттєзвалищ та несанкціонованим розміщенням відходів; зменшення відходів унаслідок віртуалізації товарів та послуг, скорочення надмірного видобутку ресурсів, виробництва товарів; підвищення рівня рециркуляції; подовження життєвого циклу товару на ринку;

– збільшення економічного збитку від забруднення довкілля відходами токсичних речовин тощо.

Загальними для всіх стадій виробництва та споживання продукту є такі негативні результати впливу ІКТ: збільшення витрат підприємств-виробників, пов'язаних із професійними захворюваннями (витрати на лікування, недоотриманий дохід тощо); збільшення витрат та недоотримання доходу підприємствами-виробниками через зниження продуктивності праці внаслідок необхідності постійного навчання працівників тощо; збільшення витрат підприємств-виробників на: забезпечення безпеки інформаційних систем; постійне оновлення устаткування та технологій через швидке моральне зношення ІКТ; збільшення економічного збитку від електромагнітного забруднення довкілля під час використання ІКТ, від забруднення довкілля в процесі виробництва електроенергії, яка споживається ІКТ, тощо.

На основі зазначених показників соціо-еколого-економічний ефект від впровадження та використання ІКТ на кожній зі стадій життєвого циклу продукту, на нашу думку, може бути розрахований як різниця суми економічних, соціально-економічних та еколого-економічних результатів та витрат на впровадження та використання ІКТ, що відповідають певній стадії життєвого циклу продукту (формула (1)).

$$E_{IKT}^s = \sum_{t=0}^T (P_{IKT,t}^s - B_{s,t}^{IKT}) \cdot (1+r)^{t-T}, \quad (1)$$

де E_{IKT}^s – соціо-еколого-економічний ефект від впровадження та використання ІКТ на s -й стадії життєвого циклу продукту, грош. од.; s – стадія життєвого циклу продукту; $P_{IKT,t}^s$ – соціо-еколого-економічний результат від впровадження та використання ІКТ на s -й стадії життєвого циклу продукту у t -му році, грош. од.; $B_{s,t}^{IKT}$ – витрати на впровадження та використання ІКТ на s -й стадії життєвого циклу продукту у t -му році, грош. од.; r – норматив дисконтування; t – рік отримання соціо-еколого-економічного ефекту; T – період виникнення соціо-еколого-економічного ефекту від впровадження та використання ІКТ на певній стадії життєвого циклу продукту, років.

Соціо-еколого-економічний результат від впровадження та використання ІКТ на кожній стадії життєвого циклу продукту у t -му році, на наш погляд, доцільно розраховувати як суму економічних, соціально-економічних та еколого-економічних результатів:

$$P_{IKT,t}^s = P_{s,t}^{екон} + P_{s,t}^{соц-екон} + P_{s,t}^{екол-екон}, \quad (2)$$

де $P_{s,t}^{екон}$, $P_{s,t}^{соц-екон}$, $P_{s,t}^{екол-екон}$ – відповідно економічний, соціально-економічний та еколого-економічний результат від впровадження та використання ІКТ на s -й стадії життєвого циклу продукту у t -му році на стадії розроблення продукту, грош. од.

Запропоновані нами показники є базою для розрахунку соціо-еколого-економічного ефекту від впровадження та використання ІКТ на кожній стадії життєвого циклу продукту. Вони можуть застосовуватися при формуванні напрямів розвитку сектору ІКТ, прийнятті рішень щодо впровадження ІКТ на підприємствах, розробленні природоохоронних заходів на підприємствах, складанні регіональних програм охорони навколишнього природного середовища тощо.

Висновки

Таким чином, на кожній стадії життєвого циклу продукту соціо-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.

Використання запропонованих показників оцінки соціо-еколого-економічних наслідків впровадження ІКТ за стадіями життєвого циклу продукту дозволить підвищити соціо-еколого-економічну ефективність впровадження і використання ІКТ, знизити їх негативні еколого-економічні наслідки та оптимізувати управлінські рішення з вибору напрямів використання ІКТ на кожній стадії життєвого циклу продукту.

Отримано 12.11.2010 р.

О.Н. Волк

Подходы к учету последствий внедрения

информационно-коммуникационных технологий по стадиям жизненного цикла продукта

В статье предложен научно-методический подход к оценке социо-эколого-экономических эффектов от внедрения и использования информационно-коммуникационных технологий, который учитывает прямые и непрямые, положительные и отрицательные последствия их использования по стадиям жизненного цикла продукта. Предложена соответствующая система экономических и эколого-экономических показателей.

Ключевые слова: информационно-коммуникационные технологии, жизненный цикл продукта, внедрение и использование ИКТ, влияние ИКТ на окружающую среду, экономический ущерб от загрязнения окружающей среды, социо-эколого-экономический эффект.

О.М. Volk

Approaches for taking into account results of information and communication technologies implementation by the phase of product life cycle

In this article the scientific-methodical approach for taking into account economic results of information and communication technologies impact on environment by the phase of product life cycle is developed. This approach takes into account direct and indirect, positive and negative results of information and communication technologies implementation. The appropriate system of economic and ecological-economic indicators is proposed.

Key words: information and communication technologies, product life cycle, ICT implementation and use, ICT impact on environment, economic damage of environment pollution, social-ecological-economic effect.