

Міністерство освіти і науки України  
Сумський державний університет

# **Проривні технології в економіці і бізнесі**

(досвід ЄС та практика України  
у світлі III, IV і V промислових революцій)

**Навчальний посібник**

**За редакцією Л. Г. Мельника та Б. Л. Ковальова**

Рекомендовано вченою радою Сумського державного університету



Суми  
Сумський державний університет  
2020

Ministry of Education and Science of Ukraine  
Sumy State University

# **Disruptive technologies in economy and business**

**(EU experience and practice of the Ukraine  
in the light of the Industries 3.0, 4.0 and 5.0)**

**Study guide**

**Edited by L. H. Melnyk and B. L. Kovalov**

Recommended by the Academic Council of Sumy State University

Sumy  
Sumy State University  
2020

УДК 330.342ЄС(477)(075.8)

П 81

Рецензенти:

*Л. І. Михайлова* – доктор економічних наук, професор, завідувач кафедри менеджменту ЗЕД та євроінтеграції Сумського національного аграрного університету;

*Н. Ф. Чечетова* – доктор економічних наук, професор, професор кафедри підприємництва та бізнес-адміністрування Харківського національного університету міського господарства імені О. М. Бекетова;

*Т. І. Лепейко* – доктор економічних наук, професор, завідувач кафедри менеджменту та бізнесу Харківського національного економічного університету імені Семена Кузнеця

*Рекомендовано до видання  
вченою радою Сумського державного університету  
як навчальний посібник  
(протокол № 5 від 12 грудня 2019 року)*

**Проривні** технології в економіці і бізнесі (досвід ЄС та практика П 81 України у світлі III, IV і V промислових революцій) : навчальний посібник / за ред. Л. Г. Мельника та Б. Л. Ковальова. – Суми : Сумський державний університет, 2020. – 180 с.

ISBN 978-966-657-792-7

Розкривається зміст проривних технологій як явища, що відкриває новий цикл розвитку продуктивних сил та істотно впливає на різні сторони життя суспільства. Показуються базові проривні технології, що визначили зміну соціально-економічних формацій у процесі розвитку людської цивілізації: від первісного й аграрного суспільств до індустріальної та постіндустріальної формацій.

Описуються базові проривні технології сучасного етапу розвитку суспільства: штучний інтелект, Інтернет речей, адитивні технології з використанням 3D-принтера, віртуальна і доповнена реальність, нові матеріали, «хмарні» технології та ін. Аналізуються можливі позитивні й негативні ефекти впровадження згаданих проривних технологій.

Для викладачів і студентів закладів вищої освіти. Може бути корисним для фахівців підприємств та органів виконавчої влади.

**УДК 330.342ЄС(477)(075.8)**

© Колектив авторів, 2020

ISBN 978-966-657-792-7

© Сумський державний університет, 2020

# ЗМІСТ

С.

<b>ВСТУП.....</b>	<b>5</b>
<b>РОЗДІЛ 1 ПРОРИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ ЯК ОСНОВА СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНОГО ПРОГРЕСУ.....</b>	<b>8</b>
1.1 Визначення проривних технологій .....	8
1.2 Економічна сутність проривних технологій .....	10
1.3 Зміст провідних проривних технологій сьогодні.....	12
1.4 Позитивні ефекти проривних технологій .....	18
1.5 Негативні ефекти проривних технологій .....	23
<b>РОЗДІЛ 2 ІНТЕРНЕТ РЕЧЕЙ ЯК ПРОВІДНИЙ ТРЕНД INDUSTRY 4.0 .....</b>	<b>29</b>
2.1 Поняття про Інтернет речей .....	29
2.2 Склад і функції IoT .....	31
2.3 Індустріальний Інтернет речей (IIoT) .....	34
2.4 Базові проривні технології як основа формування Інтернету речей .....	40
2.5 Основні етапи технологічного циклу .....	45
<b>РОЗДІЛ 3 ПРОРИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ ЯК ОСНОВА ФОРМУВАННЯ АЛЬТЕРНАТИВНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ.....</b>	<b>58</b>
3.1 Проривні технології як основа сестейнової трансформації енергетики країн ЄС .....	58
3.2 Базові проривні технології розвитку «зеленої» енергетики .....	62
3.3 Проривні технології сучасного розвитку альтернативної енергетики.....	65
3.4 Розвиток української альтернативної енергетики на основі проривних технологій.....	75
3.5 Проривні технології як основа інновацій в альтернативній енергетиці.....	80
3.6 Проривні технології в процесах розвитку акумулювання енергії .....	89
3.7 Проривні технології при формуванні інфраструктури та мереж «зеленої» енергетики.....	91
<b>РОЗДІЛ 4 ПРОРИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ У ФОРМУВАННІ МЕТОДІВ ВИРОБНИЦТВА ТА НОВИХ МАТЕРІАЛІВ .....</b>	<b>104</b>
4.1 Проривні технології як основа формування адитивних методів виробництва.....	104
4.2 Проривні технології як основа формування самовідтворювальних виробничих систем.....	111
4.3 Проривні технології як основа створення нових матеріалів .....	114
4.4 Проривні технології як основа конвергенції та мініатюризації... ..	125
4.5 Проривні технології як основа дематеріалізації виробництва .....	127

**Авторський колектив:**

д-р екон. наук, проф. Л. Г. Мельник (редактор) – вступ, 1–5, висновки; канд. екон. наук, доц. Б. Л. Ковальов (редактор) – вступ, 1.4, 1.5, 2.4, висновки; асист. Ю. М. Завдов’єва (технічний редактор) – 2.3, 3.4, 4.1; асист. Т. В. Бабій – 1.4; канд. екон. наук, доц. І. М. Бурлакова – 1.4; д-р екон. наук, проф. Т. А. Васильєва – 1.2, 5.7; канд. екон. наук, асист. В. І. Вороненко – 2.2, 2.3; канд. екон. наук, канд. техн. наук, доц. Галкін А. С. – 2.2; старш. викл. О. С. Гончаренко – 4.5, 4.6; мол. наук. співроб. Т. В. Горобченко – 2.2, 2.3; канд. екон. наук, асист. Гриценко П. В. – 4.1; канд. екон. наук, доц. І. Б. Дегтярьова – 1; асист. П. А. Денисенко – 4.6, 5.8; канд. екон. наук, доц. Ю. М. Дерев’яно – 4.1, 4.4; д-р екон. наук, доц. О. М. Дериколєнко – 3.5, 4.1, 4.5; д-р екон. наук, проф. О. В. Димченко – 1.2, 5.7; д-р екон. наук, проф. І. А. Дмитрієв – 3.4, 5.7; канд. екон. наук, доц. А. В. Євдокимов – 3.6, 4.3; асп. А. С. Ігнатченко – 2.5; асп. В. М. Ігнатченко – 2.4; канд. екон. наук, доц. О. І. Іваненко – 2.5, 3.5; д-р екон. наук, доц. О. І. Карінцева – 1.4, 5.7; канд. екон. наук, старш. викл. Коваленко Є. В. – 3.5, 3.6; асп. Я. С. Ковальов – 3.5, 4.6; д-р екон. наук, проф. О. Вас. Кубатко – 1; канд. екон. наук, доц. О. Вікт. Кубатко – 1.3, 1.5; студ. П. В. Кучеренко – 2.4; канд. техн. наук, доц. І. Л. Лебединський – 3.2, 3.4; канд. екон. наук, доц. О. А. Лукаш – 3.5; асп. Л. Ю. Люльова – 2.5; канд. екон. наук, доц. О. М. Маценко – 1.4; мол. наук. співроб. О. І. Маценко – 2.3, 2.4; д-р екон. наук, проф. Л. Є. Момотюк – 5.1, 5.7; д-р наук з держупр., проф., чл.-кор. НАНУ О. Г. Осауленко – 3.4, 4.5, 5.4; асп. А. А. Панченко – 2.5; д-р екон. наук, проф. П. Г. Перерва – 1.2, 3.5; асп. Є. А. Переход – 2.5; студ. В. С. Півень – 2.4; студ. В. С. Попов – 2.5; канд. фіз.-мат. наук, доц. А. І. Рубан – 4.3, 4.4; канд. екон. наук, доц. В. В. Сабадаш – 3.4–3.5; канд. екон. наук, доц. Ю. А. Сагайдак – 1.2, 2.5; студ. Є. О. Скрипка – 2.5; канд. екон. наук, доц. Л. В. Старченко – 3.2, 4.1; д-р екон. наук, проф. І. М. Сотник – 3.3, 3.7; асп. І. В. Торба – 2.2, 2.5; д-р арх., доц. І. І. Устинова – 5.4, 5.8; асп. С. М. Федина – 2.2; канд. екон. наук, доц. М. О. Харченко – 4.5, 4.6; асп. Ю. А. Химченко – 2.2; асист. О. М. Часник – 2.4; канд. екон. наук, доц. Ю. В. Чортот – 1.5, 2.5; канд. екон. наук, доц. О. М. Шершенюк – 3.3, 4.6; д-р екон. наук, доц. О. В. Шкарупа – 1.5, 3.1.

## Проривні технології в економіці і бізнесі

чей починають відігравати роль робочого інструмента стосовно до вдосконалення вже інших проривних технологій.

### 1.4 Позитивні ефекти проривних технологій

Європейське співтовариство ініціювало дослідження ще однієї сфери змін. У ряді публікацій (Rada, 2018; Vollmer, 2018; Rossi, 2018; Ostergaard, 2019) вони умовно називаються П'ятою промисловою революцією (Industry 5.0). Цей напрямок передбачає формування синергетичної єдності людини і кіберфізичних систем. Ось як Б. Россі роз'яснює суть П'ятої промислової революції: «Вона спрямована на досягнення взаємодії між людиною і машиною, гармонії розумової праці людини і когнітивних комп'ютерних систем. Людина повинна повернутися в промислове виробництво у взаємодії з роботами... Це повинно забезпечити зокрема масову кастомізацію та персоналізацію для споживачів» (Rossi, 2018).

Деякі з можливих наслідків реалізації ключових проривних технологій початку XXI століття показані на рисунку 1.1.

Оцінювання можливих наслідків упровадження проривних технологій має велике значення. Це дозволяє порівнювати витрати на їх розроблення та освоєння з тими ефектами, які вони можуть дати. Обґрунтування найбільш ефективних вкладень в інноваційні проєкти відіграє надзвичайно важливу роль на тлі тих витрат, які вкладаються в реалізацію проривних технологій.

Зокрема, за прогнозними оцінками, обсяг світового ринку лише промислового Інтернету речей до 2020 року може досягти 110 млрд дол. США. На 2021 він уже оцінюється як 123 млрд дол., а до 2030 року може зрости до 14 трлн доларів США (The Industrial, 2019).

**Прямі екологічні ефекти** обумовлені зниженням впливу на довкілля процесів виробництва енергії, а також виготовлення і споживання продукції. Альтернативна енергетика дозволяє практично відмовитися від забруднення атмосфери, води та ґрунтів на безпосередніх (direct) стадіях виробництва енергії (Балацкий и др., 1982; Балацкий и др., 1986; Мельник, 2006).

Завдяки прогресу розвитку технологій в альтернативній енергетиці відновлювальна енергія починає конкурувати з традиційними джерелами, зокрема за вартісними показниками. Зокрема, як показують дослідження, під час виробництва 1 кВт · год електроенергії на вугільній або нафтовій електростанції в атмосферу викидається 6–8 г SO<sub>2</sub>, від 2,5–3,5 г NO<sub>x</sub>, 1–27 г твердих частинок. Таким чином, електростанція потужністю 1 000 мВт викидає в атмосферу 80–160 тисяч т шкідливих речовин за 1 рік (Канило, 2013). Значне забруднення води і ґрунтів відбувається від шкідливих речовин, що містяться в уловленій золі.

## Розділ 1. Проривні технології як основа соціально-економічного прогресу



Рисунок 1.1 – Можливі наслідки реалізації ключових проривних технологій сучасності (складено авторами)

У 2019 році в США відновлювані джерела енергії (сонце, вітер, вода, ГеоТепло) вперше обігнали вугільні електростанції. Частка виробництва перших становила 21,56 %, тоді як других – 21,55 % (Bossong, 2019; Голованов, 2020).

Ще більш вражаючі успіхи ряду країн ЄС (Кабанов, 2019). Зокрема, в Німеччині частка «зеленої» енергії в 2019 р. досягла 47,3 %. Це більше, ніж виробляється електроенергії на вугільних і атомних електростанціях (43,4 %). Ще трохи менше ніж 10 % припадає на газові і нафтові електростанції (Miebach, 2019).

Значний екологічний ефект обіцяє привести до великого поширення електромобілів. Це дозволяє перевести забруднення атмосфери з безпосереднього середовища проживання людини в більш віддалені місця розміщення електростанцій. Необхідно зазначити, що нині автомобільний тран-

## Проривні технології в економіці і бізнесі

спорт спричиняє до 40 % забруднення атмосфери. З розвитком альтернативної енергетики цей ефект буде багаторазово посилений.

**Непрямі екологічні ефекти.** Альтернативна енергетика дозволяє запобігти значному впливу на довкілля процесів видобування, транспортування і зберігання паливних ресурсів (висушування й забруднення ґрунтів, розливання нафти, аварії на трубопроводах, блокування шляхів міграції тварин та ін.).

**Дематеріалізація економіки.** Проривні технології (насамперед адитивні методи на основі 3D-принтерів) дозволяють значно скоротити (іноді – на порядок) матеріаломісткість і енергоємність (energy intensity and input of material per unit of product).

За рядом оцінок, наразі на частку відходів у традиційних видах виробництва припадає 90–95 % маси природних ресурсів, видобутих із надр природи. Адитивні технології дозволяють знизити кількість відходів у рази.

Якщо повернутися до порівняння традиційної й альтернативної енергетики, можна зазначити, що остання дозволяє відмовитися від матеріаломістких та енергоємних процесів видобування і транспортування палива. Це означає, що з'являється можливість усунути й необхідність одержання матеріалів та енергії, необхідних для виробництва відповідних потужностей.

**Підвищення ефективності використання ресурсів.** Ефективність використання ресурсів є ключовим чинником екологізації (greening) економіки. Використання нових матеріалів, інформатизація (digitization) процесів проектування і виробництва продукції на основі штучного інтелекту дозволяють значно підвищити ефективність економічних процесів.

Завдяки волоконно-оптичному зв'язку (кварцове, скляне або полімерне волокно), вдалося підвищити швидкість передавання інформації більше, ніж на п'ять порядків. Один світловод здатний легко замінити повністю кабель, що містить кілька сотень металевих проводів. Зокрема, один світловод, що має діаметр близько 1,5 см, може з успіхом замінити телефонний кабель діаметром 7,5 см, що містить 900 пар мідних проводів. Світловод також має цілий ряд інших істотних переваг (Бутов, 2003).

Крім того, енергоємність під час передавання сигналів зв'язку з волоконних світлодіодів майже в 100 разів менша, ніж при передаванні сигналів кабелями з нікелю (Оптическое, 2019).

**Формування циркуляційної економіки.** Створення в процесі Industry 4.0 кіберфізичних систем і в кінцевому підсумку Інтернету речей є кроком до будівництва циркуляційної (circular) економіки. Цьому також сприяють цифровізація виробничих процесів і розвиток «хмарних» технологій. В ідеалі в кожному продукті буде своя мітка, що буде мати інформацію про джерело ресурсів, технології виробництва, вид енергії, використо-



вуваний для цього, та інші дані. Ця інформація є основою для створення замкнених циклів використання матеріалів (Dedicoat, 2016).

Кріс Дедикот, старший віце-президент компанії Cisco звертає увагу на екологічні можливості технічного прогресу: «В циркулярній економіці кожний продукт матиме свою мітку, яка покаже джерело ресурсів, технологію виробництва, вид енергії, використаний для цього, та ін.

... Одержана на основі зазначених даних інформація дає можливість підприємствам, містам і країнам більш ефективно відновлювати й переробляти відповідні ресурси» (Dedicoat, 2016).

**Зниження ризику аварій і катастроф.** Нова економіка дозволяє істотно знизити ризик надзвичайних ситуацій, що завдають значної шкоди довкіллю. Цьому сприяють як мінімум дві обставини. Першою є дематеріалізація процесів виробництва і споживання продукції. Усуваються небезпечні ланки виробництва, транспортування та зберігання ресурсів. Достатньо порівняти: з одного боку, традиційні потужності, що вимагають значну кількість небезпечних матеріалів та енергоносіїв, з іншого боку, адитивне виробництво й альтернативну енергетику.

Іншою обставиною є посилення контролю кіберфізичних систем за процесом виробництва і споживання продукції. Це мінімізує негативний вплив людського фактора та неминучі помилки в управлінні виробництвом.

**Перехід на екологічно дружні (environmentally friendly) матеріали.** Сучасна технологічна революція і створення нових матеріалів дозволяють забезпечити здатність матеріалів залучатися до метаболізму екосистем. Зокрема, створюються «чорнила» для 3D-принтерів на основі кремнію і целюлози. Набуло поширення створення пакувальних матеріалів із відходів аграрного виробництва.

**Громадське оцінювання проєктів.** Створення платформ для широкого залучення людей до громадського управління (public governance) дозволяє з мінімальними витратами реалізувати й громадське екологічне оцінювання проєктів (public environment impact evaluation).

**Соціологія розвитку.** Формування Інтернету речей і широке використання роботів дозволяють значно зменшити обсяги фізичної праці людини на виробництві. Зростання добробуту людей у різних країнах дозволяє задовольняти базові біологічні потреби людини. Цьому, зокрема, сприяють сучасні методи аграрного виробництва («вертикальні» ферми, м'ясо з пробірки). Все разом формує передумови для упровадження базового доходу і створює умови для розвитку особистісної основи людини. Це в кінцевому підсумку і є основною метою сестейнового (sustainable) розвитку суспільства.

**Поліпшення якості життя.** Реалізація індивідуального моніторингу здоров'я людини, розвиток відтворювальної медицини і нового покоління

## Проривні технології в економіці і бізнесі

фармацевтичних препаратів сприяють значному підвищенню якості життя людини. У поєднанні з вищезгаданими комунікаціями це в кінцевому підсумку наближає суспільство до сталого розвитку.

Прогнозні оцінки ряду кількісних показників щодо ефектів упровадження проривних технологій дають досить вражаючу картину (табл. 1.2).

Таблиця 1.2 – Потенційні економічні характеристики проривних технологій на 2025 рік (Disruptive, 2013)

Технологія	Оцінювання потенційного ефекту
Мобільний Інтернет	Зниження на 10–20 % вартості лікування хронічних хвороб за допомогою дистанційного моніторингу стану здоров'я
Автоматизація розумової праці	Підвищення продуктивності праці, еквівалентне додатковому використанню 110–140 мільйонів працівників з повним робочим днем
Інтернет речей	Дозволить знизити до 36 трильйонів доларів США оперативних витрат завдяки підвищенню ефективності в секторах: перероблення, охорони здоров'я, добувної промисловості
«Хмара»	Збільшення на 15–20 % продуктивності завдяки створенню IT-інфраструктури, розроблення необхідних додатків і програм
Просунута робототехніка	Підвищення якості життя близько 50 мільйонів ампутантів завдяки підвищенню їх мобільності
Автономний і близький до автономного транспорт	Очікується від 30 до 150 тисяч урятованих життів завдяки запобіганню фатальним дорожнім пригодам
Енергозбереження	Від 40 % до 100 % транспортних засобів очікується на електроприводі або гібридних
3D друк	Може заощадити від 35 % до 60 % оперативних витрат на одиницю виробленої продукції й досягти дуже високого рівня кастомізації (тобто виготовлення за індивідуальними вимогами споживача)
Просунуті матеріали	Використання нових наномедичних ліків може успішно вилікувати до 20 мільйонів нововиявлених випадків онкозахворювань

Безумовно, очікувані позитивні ефекти проривних інновацій є потужними стимулами їх реалізації, обіцяючи інвесторам відчутний приріст доходів, причому, найчастіше, досить швидкий. Однак за досягнення науково-технічного прогресу людині доводиться платити високу ціну у формі небажаних негативних наслідків. Будь-яка з проривних технологій виявляється тим джином, який неможливо «заштовхати» назад «у пляшку». Про це свідчить уся історія соціально-економічного розвитку. Плоди цивілізації (чи то машина, електрика, автомобіль, конвеєр, комп'ютер або Інтернет) виявляються настільки «привабливими» (через їх економічні вигоди), що від них людство уже не в змозі відмовитися, яких би несприятливих нас-

лідків вони не завдавали (руйнування природного середовища, втрата індивідуальної свободи, уніфікація людини, інформаційна залежність, творча деградація та ін.).

### 1.5 Негативні ефекти проривних технологій<sup>2</sup>

Негативні наслідки упровадження *desruptive technologies* менш наочні і значно важчі в прогнозуванні. Однак багато дослідників звертають увагу на їх небезпеку (Schwab, 2019; Schwab et al., 2018; Skinner, 2018). Тут ми можемо назвати основні з можливих негативних ефектів.

**Надмірне психологічне навантаження на людину.** Інформаційний контроль за системами, створеними на основі *desruptive technologies*, вимагає величезного напруження людини. Положення ускладнюється тим, що людині доведеться вирішувати інформаційні завдання, навички для вирішення яких не закладені в її біологічній природі. Вони повинні бути набуті заново, і виникає запитання, до яких меж людина зможе витримувати подібні психологічні перевантаження.

**Інформаційна вразливість.** Широке використання кіберфізичних систем у виробництві та споживанні дозволяє знизити ризик помилок людини. Водночас істотно зростає вразливість цих систем у разі інформаційних збоїв. Із подібними явищами ми часто стикаємося вже сьогодні (зависає комп'ютер, відключається Інтернет). У майбутньому подібні ситуації можуть призводити до значно більш драматичних наслідків. Це може посилюватися тим, що буде відсутня альтернатива згаданим системам, зважаючи на їх безпрецедентну складність.

**Підвищення інформаційної залежності людини.** Постійна концентрація людини на сприйнятті інформації може спричинити певні форми залежності, подібні до впливу наркотичних речовин. Це може викликати психічні відхилення в людини, неадекватність її поведінки в суспільстві. Крім того, це може стати причиною негативних процесів в організмі та обумовити відмову від нормальних фізичних навантажень. У кінцевому підсумку все це призводить до погіршення здоров'я людини і сприяє появі небезпечних хвороб.

**Ризик зниження творчого потенціалу людини.** Вивільнення людини від виконання багатьох виробничих функцій не в усіх людей супроводжується перемиканням на творчі види діяльності. Багато з них просто не мають достатнього творчого потенціалу для цього. Наслідком може стати поступова особистісна деградація частини суспільства, не здатна до творчого розвитку в умовах достатнього забезпечення для їх біологічного існування.

**Підвищення витрат на перероблення відходів засобів виробництва «зеленої» економіки (*green economy*).** «Зелена» економіка дозволяє значно

---

<sup>2</sup>Матеріал підготовлено в рамках НДР "Моделювання трансферу екоінновацій в системі «підприємство-регіон-держава»: вплив на економічне зростання та безпеку України" (№0119U100364), яка фінансується за рахунок державного бюджету України.

що вона є системою глобальної пам'яті. Але вона з великою швидкістю еволюціонує в бік формування самостійного глобального розуму, що діятиме на метарівні. Йому може виявитися під силу не лише контроль за поведінкою людини, а й створення інших сутностей (зокрема, й матеріальних), що можуть стати конкурентом людині.

На відміну від позитивних ефектів несприятливі наслідки набагато складніші в прогнозуванні. Позитивні ефекти зазвичай розраховують на основі уже відомих показників (зокрема, зростання продуктивності праці, зниження окремих видів витрат і т. ін.), які можна екстраполювати в майбутнє. Значна частина негативних наслідків може бути спричинена явищами, характер яких менш детермінований і складно прогнозований щодо термінів кількісних оцінювань. Такими явищами, наприклад, можуть бути зниження ступеня особистісної свободи людини, деградація його творчого потенціалу в мережевому суспільстві. По-перше, ніхто не може точно сказати, якою мірою подібні явища будуть відбуватися в майбутньому і чи будуть взагалі; по-друге, не зрозумілий часовий горизонт їх можливого прояву; по-третє, надзвичайно важко кількісно оцінити подібні явища.

Друга особливість, що відрізняє позитивні й негативні ефекти, обумовлена їх різним статусом щодо економічних суб'єктів. Більшість позитивних ефектів має інтернальний характер. Зокрема, вони виявляються у формі доходів конкретних суб'єктів, які зазнають витрат із реалізації певних проривних інновацій. Більшість негативних наслідків екстернальні за своєю суттю. Вони можуть виявлятися в економічних суб'єктах, які до ініціювання проривних технологій не мають взагалі ніякого відношення. Як бачимо, доходи, які одержують одні компанії, можуть оплачуватися іншими суб'єктами, які не одержують від згаданих інновацій ніяких вигод, або ж усім суспільством.

Таким чином, упровадженню проривних інновацій повинен передувати ретельний аналіз відповідних витрат і вигід.

### Список літератури

1. Балацкий О. Ф., Мельник Л. Г., Ярош Н. В. Экология и экономика. Киев : Вища школа, 1986. 184 с.
2. Балацкий О. Ф., Мельник Л. Г. Теоретические и практические вопросы определения экономического ущерба от загрязнения окружающей среды. Киев, 1982. 15 с.
3. Бутов О. Волоконно-оптические световоды и датчики предупредят технические катастрофы. *Информационные технологии завтра*. 10.01.2003. URL: [https://www.cnews.ru/articles/volokonnoopticheskie\\_svetovody\\_i\\_datchiki](https://www.cnews.ru/articles/volokonnoopticheskie_svetovody_i_datchiki) (дата обращения: 20.10.2019).
4. Голованов Г. В США возобновляемые источники энергии впервые обошли уголь. *Хайтек* +. 06.05.2020. URL: <https://m.hightech.plus/2020/05/06/v-sshavozobnovlyaemie-istochniki-energii-vpervie-oboshli-ugol-> (assessed on: 06.05.2020).
5. Интернет вещей. *Википедия*. URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Интернет\\_вещей](https://ru.wikipedia.org/wiki/Интернет_вещей) (дата обращения: 01.12.2019).

## Проривні технології в економіці і бізнесі

6. Кабанов И. Инфографика возобновляемой энергетики в Европе. *Сайт радио «Эхо Москвы»*. 21.07.2019. URL: <https://echo.msk.ru/blog/metkere/2467949-echo/> (дата обращения: 20.10.2019).
7. Канило П. М., Сарапина М. В. Анализ энергоэкологических показателей тепловых электростанций. *Проблемы машиностроения*. 2013. Т. 16, № 1. С. 68–74.
8. Концептуальні підходи до змін моделей споживання та виробництва при переході до стійкого розвитку / Л. Г. Мельник, О. І. Мельник, О. І. Карінцева та ін. *Механізм регулювання економіки*. 2007. № 3. С. 51–58. URL: <http://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/3210>.
9. Мельник Л. Г. Екологічна економіка : підручник. Суми : ВТД «Університетська книга», 2006. 367 с.
10. Мельник Л. Г. Научные основы самоорганизации экономических систем. Часть 1. *Механізм регулювання економіки*. 2010. Т. 1, № 3. С. 12–26. URL: <http://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/3566>.
11. Мельник Л. Г. Предпосылки формирования «Интернета вещей»: экономический анализ. *Механизм регулирования экономики*. 2018. № 1. С. 8–30.
12. Мельник Л. Г., Дегтярьова І. Б. Досвід Європейського Союзу у формуванні інноваційної стратегії сталого розвитку. *Маркетинг і менеджмент інновацій*. 2012. № 1. С. 190–200. URL: <http://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/25375>.
13. Немного о дилемме инноватора в IT. *Блог компании Rocket Callback*. 25.05.2015. URL: <https://habr.com/ru/company/rocketcallback/blog/291068/> (дата обращения: 10.12.2019).
14. Оптическое волокно. *Википедия*. URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Оптическое\\_волокно](https://ru.wikipedia.org/wiki/Оптическое_волокно) (дата обращения: 10.10.2019).
15. Bonomi F., Milito R., Zhu J., Addepalli S. Fog Computing and Its Role in the Internet of Things. *MCC*. 2012. URL: <https://conferences.sigcomm.org/sigcomm/2012/paper/mcc/p13.pdf> (assessed on: 20.10.2019).
16. Bossong K. Solar and wind energy provide almost 10 percent of total generation in the US in 2019. 28.10.2019. URL: <https://www.renewableenergyworld.com/2019/10/28/solar-and-wind-energy-provide-almost-10-percent-of-total-generation-in-the-us-in-2019/> (assessed on: 01.11.2019).
17. Camarinha-Matos L. M., Goes J., Gomes L., Martins J. Contributing to the Internet of Things. *Technological Innovation for the Internet of Things*. IFIP AICT Series 394. April 15–17. 2013. P. 3–12. URL: [https://www.researchgate.net/publication/236972326\\_IFIP\\_Advances\\_in\\_Information\\_and\\_Communication\\_Technology](https://www.researchgate.net/publication/236972326_IFIP_Advances_in_Information_and_Communication_Technology) (assessed on: 20.10.2019).
18. Christensen C. M. The Innovators Dilemma. When New Technologies Cause Great Firms to Fail. *Harvard Business Review Press*. 2016. 288 p.
19. Dedicat C. Circular economy: what it mean, how to get there. *World Economic Forum*. 23.01.2016. URL: <http://www.weforum.org/agenda/2016/01/the-importance-of-a-circular-economy> (assessed on: 01.03.2019).
20. Disruptive technologies: Advances that will transform life, business, and the global economy. *Mckinsey*. 2013. URL: <https://www.mckinsey.com/business-functions/mckinsey-digital/our-insights/disruptive-technologies> (assessed on: 20.10.2019).
21. Evans D. The Internet of Things: How the Next Evolution of the Internet is Changing Everything. 2011. URL: [http://www.cisco.com/web/about/ac79/docs/innov/IoT\\_IBSG\\_0411FINAL.pdf](http://www.cisco.com/web/about/ac79/docs/innov/IoT_IBSG_0411FINAL.pdf) (assessed on: 20.10.2019).
22. Miebach, E. (2019), German renewables deliver more electricity than coal and nuclear power for the first time. URL: <https://www.dw.com/en/german-renewables-deliver-more-electricity-than-coal-and-nuclear-power-for-the-first-time/a-49606644> (assessed on: 20.10.2019).

## Розділ 1. Проривні технології як основа соціально-економічного прогресу

23. Ostergaard E. H. Welcome to Industry 5.0: The «human touch» revolution is now underway Magazine «Quality». 08.05.2019 / (assessed on: 20.10.2019).

24. Rada M. Industry 5.0 definition. Medium. 21.01.2018. URL: <https://medium.com/@michael.rada/industry-5-0-definition-6a2f9922dc48> (assessed on: 20.10.2019).

25. Rossi B. What will Industry 5.0 mean for manufacturing? / Raconteuk. 07.03.2018 / (assessed on: 20.10.2019).

26. Schwab K. The Fourth Industrial Revolution. World Economic Forum. URL: <https://www.weforum.org/about/the-fourth-industrial-revolution-by-klaus-schwab> (accessed on: 20.10.2019).

27. Schwab K., Davis N. Shaping the Fourth Industrial Revolution. Cologne, Switzerland : World Economic Forum, Committed to Improving the State of the World. 2018.

28. Skinner C. Digital Human. Marshall Cavendish International (Asia) Pte Ltd, 2018.

29. The Industrial Internet of Things market poised to reach 123.89 billion USD by 2021. URL: <https://www.i-scoop.eu/news/industrial-internet-things-market-2021/> (assessed on: 20.10.2019).

30. Vollmer M. What is Industry 5.0? LinkedIn. 23.08.2018. URL: <https://www.linkedin.com/pulse/what-industry-50-dr-marcell-vollmer> (assessed on: 20.10.2019).

### Питання до розділу 1

1. Дайте визначення проривної технології (ПТ).
2. Як ПТ пов'язані з інноваціями?
3. Поясніть на прикладі Інтернету речей яку роль ПТ відіграють під час створення сучасних технологічних явищ, з якими має наразі справу людина.
4. На прикладі створення персонального комп'ютера поясніть зміст циклу ПТ.
5. Яку роль ПТ відіграють в економічних системах?
6. У чому сутність «дилеми інноватора»?
7. Чому проривні технології називають ще «підривними» технологіями? Що вони підривають?
8. З якими ризиками зіштовхується підприємець під час ухвалення рішень про реалізацію ПТ?
9. Яким чином ПТ впливають на цінність і прибутковність товарів, що випускаються?
10. Яку роль відіграють ПТ в реалізації цілей Третьої промислової революції?
11. Покажіть на прикладі, які позитивні ефекти можна очікувати від сучасних ПТ?
12. Як сучасні ПТ допомагають вирішувати екологічні проблеми?
13. Як сучасні ПТ допомагають вирішувати проблеми дематеріалізації виробництва?
14. Як сучасні ПТ допомагають вирішувати проблеми підвищення ефективності економічних систем?

## **Проривні технології в економіці і бізнесі**

15. Яким чином ІТ впливають на формування циркуляційної економіки?
16. Як ви можете пояснити соціальну роль ІТ?
17. Як сучасні ІТ сприяють формуванню суспільних комунікацій?
18. Як сучасні ІТ сприяють підвищенню якості життя?
19. Чим можуть виявлятися негативні ефекти впровадження ІТ?
20. Чим можуть виявлятися соціальні ризики впровадження ІТ?
21. Як, на вашу думку, можна зменшити негативні наслідки впровадження ІТ?

Навчальне видання

# **Проривні технології в економіці і бізнесі**

**(досвід ЄС та практика України  
у світлі III, IV і V промислових революцій)**

**Навчальний посібник**

**За редакцією Л. Г. Мельника та Б. Л. Ковальова**

Художнє оформлення обкладинки Є. В. Нікітюка  
Редактори: Н. З. Клочко, С. М. Симоненко  
Комп'ютерний набір Т. В. Горобченко та Ю. М. Завдов'євої  
Комп'ютерне верстання та технічне редагування Ю. М. Завдов'євої

Формат 60×84/16. Ум. друк. арк. 10,46. Обл.-вид. арк. 14,29. Тираж 300 пр. Зам. №

Видавець і виготовлювач  
Сумський державний університет,  
вул. Римського-Корсакова, 2, м. Суми, 40007  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 3062 від 17.12.2007.