ПРОСТО ПРО СКЛАДНЕ

Проривні технології у світлі соціально-економічних революцій: досвід ЄС та світу*,**

Л. Г. Мельник[i]

Актуальність роботи полягає в необхідності популяризації передових наукових знань в умовах прискорення науково-технічного прогресу. Мета статті – розкрити основний зміст проривних технологій та пов'язаних з ними соціально-економічних процесів, що відбуваються в ході трьох промислових революцій сучасності. На основі ретроспективного аналізу соціально-економічних революцій, що були в історії людства, в науково-популярному есе пояснюється логіка та простежуються тенденції розгортання технічних та соціальних систем у найближчому майбутньому. Показується, впливає зміна виробничих сил та економічних відносин на співвідношення окремих складових у сутнісній тріаді людини: біо-соціо-трудо. Окремо розкривається зміст трьох промислових революцій, свідком яких людству доводиться бути сьогодні (Industry 3.0, Industry 4.0, Industry 5.0). Зазначається, що ініціювання робіт, які поклали старт зазначеним революціям, відбулося на просторі європейських країн. Зокрема, *Третя* промислова революція спрямована на вирішення проблем глобальної екологічної кризи. Ключовим трансформаційним інструментарієм є: альтернативна енергетика, адитивні технології на основі 3D-принтерів, горизонтальні мережеві структури виробництва та споживання продукції. Магістральним напрямом *Четвертої* промислової революції є створення Єдиної мережі кіберфізичних систем, здатних працювати без участі людини. Однією із провідних її форм є Інтернет речей. Гуманізація соціально-економічного розвитку – це ключове завдання *П'ятої* промислової революції, яка орієнтується на досягнення максимальної реалізації творчого потенціалу особистісної сутності людини, тобто людини-соціо. У центрі уваги – ключові процеси трьох промислових революцій та зміни, що відбуваються у сутнісній тріаді людини. Форма статті – науково-популярне есе.

Ключові слова: промислова революція, проривна технологія, особистість, людина-біо, людина-соціо, людина-трудо, кіберфізична система.

УДК 330.342:316.422.44:316.32(100) *JEL коди:* A14, F20, F21, F23

[i] *Мельник Леонід Григорович,* доктор економічних наук, професор, завідувач кафедри економіки, підприємництва та бізнес-адміністрування Сумського державного університету, директор Науково-дослідного інституту економіки розвитку МОН та НАН України в складі Сумського державного університету.

* Публікація містить результати досліджень, проведених в рамках НДР «Розроблення фундаментальних основ відтворювального механізму соціально-економічного розвитку в ході Третьої промислової революції» (№ д/р 0118U003578).

** Публікація містить результати досліджень, проведених в рамках НДР «Моделювання трансферу екоінновацій в системі «підприємство-регіон-держава»: вплив на економічне зростання та безпеку України» (№ д/р 0119U100364).

© Л. Г. Мельник, 2019.
https://doi.org/10.21272/mer.2019.85.09

Вступ. Як відомо, рушійною силою прогресу людства є соціально-економічні революції. У свою чергу, значну роль у кожній із них відіграють проривні технології (desruptive technologies), що виводять технічні системи виробництва на новий інформаційний рівень. Разом із засобами виробництва змінюються також і економічні відносини. Роль нових технологій не обмежується трансформацією лише виробничого середовища. Так чи інакше вони впливають на сферу споживання, змінюючи її разом зі стилем життя людини.

Але найбільш значущі трансформації соціально-економічні революції спричиняють в самій людині, змінюючи співвідношення окремих складових у сутнісній тріаді людини: біо-соціо-трудо.

Сьогодні світ зазнає фазового переходу до нової економіки, покликана вирішити комплекс економічних, екологічних та соціальних проблем, що загострилися і почали проявлятися в глобальному масштабі.

Умовно така економіка може бути названа *сестейновою*, адже вона забезпечує досягнення цілей сестейнового (sustainable) розвитку. Її також можна назвати *«зеленою»*, оскільки вона базується на використанні відновлюваних («зелених») природних ресурсів і «зелених» (екологічно орієнтованих) технологій.

Таку економіку також цілком обґрунтовано можна назвати *інформаційною*, оскільки основним продуктом, який у ній виробляється і споживається, є інформація. Інформаційними є також базові засоби виробництва.

Зазначену економіку також можна назвати «*мережевою*», бо мережі перетворюються в основну форму її структуризації.

І, нарешті, цілком закономірно таку економіку можна назвати *соціальною*, оскільки вона зорієнтована на досягнення цілей розвитку особистісної сутності людини і на соціальний прогрес, і це стає в ній магістральним напрямом.

Так вже сталося, що зазначений фазовий перехід відбувається в ході трьох промислових революцій, що слідують майже практично одночасно, маючи свої власні тренди розвитку.

Третя промислова революція спрямована на вирішення проблем глобальної екологічної кризи. Ключовим трансформаційним інструментарієм є: альтернативна енергетика, адитивні технології на основі 3D-принтерів, горизонтальні мережеві структури виробництва та споживання продукції.

Магістральним напрямом *Четвертої* промислової революції є створення Єдиної мережі кіберфізичних систем, здатних працювати без участі людини. Однією із провідних її форм є Інтернет речей.

Гуманізація соціально-економічного розвитку – це ключове завдання *П'ятої* промислової революції, яка орієнтується на досягнення максимальної реалізації творчого потенціалу особистісної сутності людини, тобто людини-соціо.

Мабуть, не випадково ініціювання згаданих трьох революцій відбулося на просторі європейських країн. Саме вони не лише найбільш гостро відчувають наслідки екологічної та ресурсної криз, а й мають максимальний інтеграційний потенціал створення мережевих структур суспільства. Це дає можливості максимально реалізувати накопичений досвід вирішення відповідних проблем [1–4].

Актуальність роботи. Прискорення соціально-технічного прогресу, яке ще більше проявляється у ході промислових революцій, змушує знаходити адекватні форми поширення нових знань, пов'язаних із процесами, що відбуваються у суспільстві.

Традиційні форми передачі знань населенню в школі і університеті не встигають за швидкоплинними процесами зміни суспільства. Однією із таких форм є популяризація наукових тем у доступних для пересічного читача есе.

Мета статті – розкрити основний зміст проривних технологій та пов'язаних з ними соціально-економічних процесів, що відбуваються у сучасному суспільстві, пояснити їх логіку та простежити тенденції розгортання технічних та соціальних систем у найближчому майбутньому. В центрі уваги – ключові процеси трьох промислових революцій та зміни, що відбуваються у сутнісній тріаді людини. Форма статті – науково-популярне есе.

СІМ РЕВОЛЮЦІЙ НА ДОРОЗІ ДО «РАЮ»

Сподіваюсь, друже, ти знаєш, що число 7 є улюбленим числом у багатьох казках. Проте історія, яку ми тобі розповімо, – це не зовсім казка. Адже за нею стоїть цілком реальна історична подорож людини у часі горами і долинами свого тернистого еволюційного шляху. Якщо просто – то шляхом розвитку.

На цьому шляху наче кам'яні стовпи дороговказів височать позначки семи революцій, які називаються фахівцями соціально-економічними. Кожна з них докорінно змінювала (а останні три – наразі і продовжують змінювати): знаряддя праці людини; умови, в яких їй доводиться існувати; середовище і, врешті-решт, – саму людину…

Ми сказали, що історія – не зовсім казка. Але ж «не зовсім…» аж ніяк не означає, що «зовсім не…»

Якщо вже бути точним, то те, що ми тут повідаємо, це – історія казок, що відбувалися в історії людства.

Казка – це завжди диво. А диво – це те, що відбувається за межами чогось звичного. Тобто там і тоді, де і коли воно не могло відбутися, наприклад, іще вчора.

У ролі чарівників, які і розсували межі цього звичного, саме і стали вже згадані революції. Як це відбувалося? Ну, що ж, давайте пройдемо шляхом історії людства і подивимося, як це було.

Революція перша, Когнітивна, або **Народження казки**

Сподіваюся, друже, ти погодишся з тим, що казка існує лише в нашій уяві. Якщо людина здатна щось уявити, вона може вигадати казку. Якщо людина не має уяви, то ніяка казка не з'явиться. Якщо це так, то першу в історії людства революцію можна вважати подією, з якою пов'язано народження казки.

Втім, будемо вже більш точними і скажемо, що виникли умови, в яких може існувати казка. Умовами цими і є *уява* людей. А виникла вона у ході революції, яку люди потім назвали «когнітивною».

Що, що? Ти питаєш, що таке уява і чому ту революцію так назвали?

Ну, що ж? Почну з другого. Слово «когнітивний» походить від латинського «когнітіо», що означає *знання*. *Когнітивна* революція саме і подарувала людині здатність отримувати нові знання і пізнавати світ.

Здатність людини отримувати нові знання виявилася вирішальною. Завдяки й людина отримала конкурентні переваги серед інших звірів. А органом, від якого у людини відбулися революційні зміни, став її мозок. Чим багаті, тим і раді…

У одних звірів були великі ікла – могли миттєво розірвати на частини. У інших – швидкі ноги – бігали, мов вітер. У третіх – потужні м'язи – могли, як пушинка, по гілках дерев перелітати… А людина лише його і змогла для конкурентної боротьби задіяти – мозок. З нього і почався цей революційний розвиток людської еволюції… Хто ж тоді знав, що все так буде, і здатність пізнавати світ виявиться настільки важливою…

Втім, усе по – порядку. Щоб людина отримувала *нові знання*, інакше кажучи, *інформацію*, вона повинна мати одну важливу річ – пам'ять. Пам'ять – це здатність накопичувати, зберігати і відтворювати інформацію. Функцію ж реалізації пам'яті у людині почав виконувати її мозок. Саме він зміг накопичувати інформацію про об'єкти і явища природи. Цю інформацію збирали органи чуття (зору, слуху, дотику). В потрібний момент мозок відтворював зібрану інформацію, неначе прокручуючи кіно про події в реальному світі, хоча вони вже там і не відбувалися.

І тут, увага! Це необхідно зрозуміти. Інформація збиралася з реальних об'єктів та явищ природи, які людина за допомогою своїх органів чуття могла побачити, почути, помацати. А от відтворити інформаційну картинку про ці об'єкти і явища (як сказали б сьогодні, «віртуальну реальність») мозок міг уже і окремо від об'єктивної реальності.

Ця здатність людини відтворювати інформаційні картинки навколишнього світу і є *уявою* людини. Але, що важливо: людина змогла не лише відтворювати застиглі картинки того, які запам'ятовувала з навколишньої природи. Вона змогла їх зробити в своїй уяві рухомими. Людина уявляла (а це вже означає, аналізувала), як зміниться уявлена нею картина за певних обставин. Таким чином, уявлені картини вже могли відрізнятися від тих, якими вони були в реальності. Інакше кажучи, віртуально реальність почала відрізнятися від об'єктивної реальності.

Пізніше такій здатності людини аналізувати інформацію, що міститься винятково в її пам'яті, тобто у відриві від реальної дійсності, дадуть назву *абстрактне мислення*.

… Як бачимо, завдяки когнітивній революції людина отримала щось, чого не мають звичайні звірі, одним із яких вона була іще недавно. Звичайна тварина бачить, чує і відчуває лише те, що існує в реальному світі. Зникло воно – і зникли почуття про нього. Лише окремі спогади – так звані умовні рефлекси – можуть нагадувати про те.

Разом із абстрактним мисленням у людині, в її матеріальному тілі, виникла якась нова нематеріальна сутність (певний інформаційний фантом), яка споживала і продукувала лише інформацію. Ця сутність уміла уявляти, мислити, прогнозувати, відчувати, переживати, ставити цілі і оцінювати рівень їх досягнення.

Саме ця здатність уявляти щось у поєднанні з вмінням аналізувати уявлене і стала для людини потужною зброєю боротьби зі своїми конкурентами, забезпечивши перемогу на полях баталій за виживання.

Те, що у інших звірів існує в початковому, фрагментарному вигляді (наприклад, і інші тварини можуть колективно полювати, де кожен відіграє свою роль), у людини набуло вигляду системної сутності. На місці ЧОГОСЬ, що допомагає біологічній сутності тварини виживати (за рахунок аналізу інформації навколишнього світу), з'явився ХТОСЬ. І цей хтось зміг підкорити ту саму біологічну істоту, в тілі якої він мешкає, змусивши її жити вже заради своїх власних цілей, бажань і почуттів. Саме цю інформаційну сутність і назвуть потім *особистістю*.

І сьогодні кожен із нас саме цією інформаційною сутністю може уявляти щось таке, чого насправді не відбувається саме зараз в об'єктивній реальності: гарячий пісок і ласкаве сонечко пляжу, завзяті футбольні баталії з їх радістю тріумфальної перемоги

або пекучою гіркотою поразки, зворушливі зустрічі з рідними і друзями… і багато іншого.

Звісно, сотні тисяч років тому, коли відбувалася когнітивна революція, первісна людина всього цього відчувати іще не могла. Але саме тоді з'явилася одна з найбільш революційних речей у світі – людська уява. І, можливо, саме тоді народилася в ній перша в історії казка про диво, яке розсувало межі реальності. Адже щоб диво відбулося в реальному житті, воно повинно було спершу відбутися в уяві людини...

Але що ж то за казка, яку нікому не розповіси?! І виникла потреба у спілкуванні. Благо, уява виникла не в однієї людини. Точніше, – в людині, але як представника цілого людства. А це означає – у багатьох людей, у кого менше, у кого більше, але ж виникла. Бо, щоб слухач зрозумів того, хто йому розповідає казку, він теж повинен мати уяву.

І спілкування багато чого іще за собою «потягнуло»: і мову, і вигадки, і відкриття, і обмін досвідом, і навчання, і мистецтво, і, як сьогодні сказали б, навички роботи в команді.

Революція друга, аграрна, або **Рукотворне диво**

Для первісної людини, мабуть, найбільшим дивом у світі була природа, яка її оточувала. Саме природа дарувала їй усе необхідне для життя – рослини, які збирала людина, і тварин, на яких вона полювала. Все природне з'являлося невідомо звідки і невідомо куди зникало.

Коли людина дорослішає, у неї рано чи пізно виникає бажання зробити те, чого раніше вона не робила. А якщо це щось буде само по собі дивом? А чому б і ні?!

Чому б не замахнутися на те, що раніше здійснювала винятково природа, і взяти все в свої руки? І людина таки взяла. Саме руки тут і знадобилися. Адже те, що людина отримала в готовому вигляді від природи, вона мало-помалу почала виробляти, докладаючи рук, у процесі своєї власної праці, вирощуючи хліб і розводячи різних тварин.

А в самій людині з'явилася нова сутність – людина-трудо. Вона поєднала матеріальний початок біологічного організму та інформаційний початок особистісної сутності людини. Перше було необхідне для виконання силових виробничих операцій. А друге – забезпечувало виконання інформаційних (розумових) виробничих функцій, пов'язаних із плануванням дій, організацією роботи, розробленням технологій, конструюванням знарядь праці. Але ж, якщо до фізичної праці долучалися майже всі члени суспільства, то розумова складова праці була привілеєм лише одиниць – правлячої еліти суспільства.

Хоч би що там було, а після аграрної революції диво почало ставати рукотворним, і людина отримала можливість казку перетворити на реальність.

Із цим періодом розвитку людства пов'язаний іще один казковий сюжет, причому біблійний. Бог випроводжає людину із раю, де вона жила на усьому готовому. «В поті лиця ти їстимеш хліб», – пообіцяв Бог і випроводив Адама із саду Едемського, щоб «обробляв землю, з якої узятий був».

І знаєш, якою була основна причина випроводу? Надмірна допитливість людини. Вона стала дуже багато знати. Та це й правда. А як, скажіть, без знання, природних циклів росту рослин і особливостей існування тварин організуєш рослинництво і

тваринництво? А іще ж треба мати певні знання про ґрунти, зміни пори року, ознаки дощу або посухи і багато чого ще…

Втім, на всю цю історію можна подивитися і з іншого боку. Господь відпустив людину на «вільні хліби», бо був упевнений, що вона має достатні знання, щоб вижити в суворих природних умовах…

А якщо вже взяла людина на себе відповідальність за своє власне життя, то треба було й інші дива творити власними руками і власною ж головою: будинки будувати, знаряддя праці вигадувати та ремесла з їх виготовлення організовувати, писемність створювати, перші дослідження світу започатковувати та думати, що далі робити… Варто було добробуту ледь-ледь поліпшитися, як кількість населення почала зростати. Тепер на всіх їжі не вистачало… Тим паче, що ґрунти полів та пасовища почали виснажуватися від їх переексплуатації… Потрібно знову було щось вигадувати, думати, як підвищити продуктивність праці…

Революція третя, вона ж ***Перша промислова,*** або **Перший рукотворний «кінь»**

Без сумніву, що кінь чи віл дужчі за людину. І коли людина змогла їх привчити, щоб їй допомагати, то це вже було само по собі дивом. Хіба ж це не диво – змусити диких звірів беззаперечно підкорятися своїй волі?!

Сталося це під час аграрної революції. Можна собі уявити, яке полегшення у виконанні фізичної праці це принесло людині. Але що це все – порівняно з тим, що дала наступна революція.

Перша промислова революція принесла взагалі безпрецедентне явище: людина сама створила залізного «коня» – своїми власними руками. Казка та й годі!

Цього залізного «коня» назвали Машиною – від латинського: «машина» – пристрій. На відміну від справжнього коня Машина мала набагато більші можливості. По-перше, вона була потужніша за нього. По-друге, вона не втомлювалася. По-третє, її їжа була набагато різноманітнішою (все – що горить). По-четверте, Машина виявилася набагато більш здатною до навчання (точніше, до удосконалення). З часом її навчили перетворювати різні види енергії, матеріалів, інформації. А різні види перетворень (наприклад, одних матеріалів на інші), як відомо, і є ключовою складовою казок.

Але головне полягало в іншому: щоб навчити чогось Машину, людина сама була змушена багато вчитися. І чим більше машин з'являлося в оточенні людини, тим більше людей залучалося до керування машинами… і до навчання.

У самій же людині потужний поштовх до розвитку отримала її *особистісна* сутність – та сама, інформаційна. Адже лише вона здатна отримувати і переробляти інформацію. Як наслідок, у трудовій сутності людини, яка ще недавно складалася майже із суцільного силового (тобто біологічного) начала, почала стрімко збільшуватися особистісна складова, що відповідає за розумову працю.

Ох, як же хочеться тут сказати, що Машина стала тією Щукою, за велінням якої почали відбуватися різні дива! Та будемо дотримуватися історичної правди. Хоча Машина-щука і навчилася показувати різні дива (чого варте лише перетворення одних речовин на інші!), але відбувалося це поки що лише за велінням людини. Втім, можливо, – недалеко той час, коли ця «Щука» отримає справжню незалежність і почне діяти за власним велінням. Саме це сьогодні на наших очах відбувається у випадку функціонування Інтернету речей.

Проте ми зайшли занадто далеко вперед. Що ж, будемо слідувати за порядком історичних подій.

Революція четверта, вона ж ***Друга промислова,*** або **Від першої в світі машини до світу машин**

Так побудований світ, що події в ньому відбуваються системно і пов'язані одна з одною. Світ казок не є винятком. Будь-який казковий персонаж повинен взаємодіяти з іншими також казковими персонажами. В цьому легко переконатися на прикладі Машини, якщо її, звісно, можна вважати казковим явищем.

Не пройшло і кілька десятиріч після винаходу першої Машини, як її послідовниці – машини різних напрямків і видів діяльності – почали захоплювати весь виробничий простір, де виготовлялися хоч якісь види продукції. Одні машини виробляли енергію, інші – переробляли природні ресурси, готуючи їх для подальшого використання, треті – виготовляли готову продукцію. Але були і такі, що перевозили людей і вантажі, переробляли і передавали інформацію, допомагали людям у побуті. Всі вони не могли бути відокремленими, незалежними і доповнювали одна одну. У результаті: виникло дивовижне явище – індустріальний світ взаємозв'язаних машин, де все рухається, взаємодіє і взаємодоповнює одне одного. А міцним зв'язком, який зв'язував усе в єдине ціле, були комунікації – енергетичні, транспортні, інформаційні. Ця система машин – назвемо її Індустрією – і стала результатом Другої промислової революції.

Революція подарувала: електрику, машинобудування, стандарти, потокові лінії, верстати-автомати, радіо і телебачення, нові речовини, хімічні добрива, автомобілі і літаки, комп'ютери, копіювальну техніку і багато іншого…

А головне, вона дала майже суцільну грамотність населенню і інформаційні товари, які задовольняли *особистісну сутність* людини: літературу, кіно, телепередачі, спортивні шоу, туризм.

…І коли здавалося, що всеохоплююча промислова ідилія вже зовсім нагадує *скатертину-самобранку*, з'ясувалося, що вона має одну досить серйозну ваду… Індустрія здатна до того, щоб руйнувати або забруднювати природу навколо себе, намагаючись підкорити її своїм інтересам. Диво-машина виявилася на рідкість ненажерливою. Ось уже дві з половиною сотні років після її винаходу люди переймаються тим, як нагодувати ненаситне жерло машини вугіллям, нафтою, газом. Руйнуються надра, спотворюються ландшафти, порушуються екосистеми. Все це начебто спостерігалося і раніше, але лише зараз екологічні проблеми набули масштабів глобальної всепланетної кризи, яка почала загрожувати існуванню людства.

І ось уже індустріальний монстр починає більше нагадувати іще одного казкового персонажа, а саме: *вимогливу шкідливу бабцю із казки про Золоту рибку*. Це вона геть забула про того, ХТО їй подарував усе, що вона мала, і намагалася зробити його прислужницею «на посилках». У нашому випадку Золотою рибкою, яка подарувала Індустрії життя і забезпечує її усім необхідним (енергією, ресурсами, потенціалом самоочищення екосистем), як ви вже мабуть здогадалися, є Природа. За той час, поки відбувалася Друга промислова революція (із середини XIX сторіччя і до другої половини XX ст.), стосунки між Індустрією і Природою вкрай зіпсувалися.

Не стояла осторонь цього конфлікту і людина. Мало-помалу до її особистісної сутності почало доходити, що від тих екологічних хвороб, які мала Індустрія, лікуватися вже марно. Всі спроби екологізувати Індустрію за допомогою очисних

споруд лише погіршують ситуацію. Адже через свою енергоємність і матеріаломісткість вони самі провокують видобуток ресурсів і є джерелом руйнації природи. Необхідна серйозна операція з повною перебудовою виробництва і споживання продукції, а також заміною ключових складових органів.

Утім, і в самій людині розпочався внутрішній конфлікт її системних сутностей. *Людина-трудо* була в захваті від отриманих перемог і успішних показників, що вимірювалися трильйонами доларів прибутків, мільярдами тон (або тріліонами штук) продукції, кар'єрними злетами – і вимагала продовження переможної ходи.

Зовсім інших настроїв зазнала особистісна сутність людини (*людини-соціо).* До того ж, що їй болісно спостерігати суцільне руйнування Природи, а ще й зазначені екодеструктивні картини геть вибивають її з творчого ладу. Лише в ньому вона і може розкрити свою креативну природу.

Революція п'ята, вона ж ***Третя промислова,*** або **Назустріч «зеленій» економіці**

Коли запал людини-трудо з підкорення природи почав потроху вщухати, виявилося, що процеси руйнації природи зайшли занадто далеко. Лише зараз до людини почало доходити, що Природа – це складна система саморегуляції масо-енерго-інформаційнообмінних процесів, де існує безліч закономірностей та обмежень. Одне з таких обмежень вже запалило перед людьми «червоне світло» щодо виробництва ними будь-якої додаткової енергії, крім тієї, яку Земля отримує з космічного простору (зокрема, від Сонця). В іншому випадку, це загрожує перегрівом планети і розбалансуванням її енергосистеми та критичним порушенням клімату.

Ви питаєте, що робити?

Передусім людині необхідно терміново скоротити виробництво енергії. Причому не на відсотки, а в рази (!). А ще краще в десятки разів…

Чи можна це зробити? А чому ж ні?

Земля отримує достатню кількість вже готової енергії із космосу. Треба лише навчитися її, як говорять інженери, утилізувати, тобто корисно використовувати.

Конче потрібно позбутися манії величі, яку отримала людина-трудо, мабуть, у нескінченних спробах самоствердження на ґрунті страху перед природною стихією. Саме час прислухатися до *людини-особистості* (людини-соціо), яка ніколи з природою не воювала, а жила з нею у злагоді. А головне, не втомлювалася вчитися у Природи. Ось тут ці знання і знадобилися.

Природа – це суцільна казка і диво! Її системи щомиті виконують колосальну працю – легко і, насолоджуючись цим. А головне: усе це – без щоденного викиду отруйних хмар, забруднених річок, повного знищення рослин і тварин…

І озирнулася людина: виявляється, навколо неї – чудові можливості *творіння без руйнації* (!). Ті самі рослини, що здатні вилучати енергію безпосередньо від сонячних променів.

Стривайте!.. А якщо *зробити сонячну панель?* (Той самий принцип – !) Вона теж збирає сонячні промені, лише не пакує їх у речовини, як рослини, а перетворює на електричний струм. Втім, якщо разом із панеллю почне працювати акумулятор, то вдасться таки енергію й запасати. А якщо добре поміркувати, то, можливо, вийде зберігати отриману енергію у тих самих енергомістких речовинах.

Тут головне – зробити перший крок, а інші кроки за ним потягнуться. Якщо сонячні панелі можна розташувати на кожному даху, фасаді будинку, вікні, то навіщо нам величезні електростанції. Маленькі панелі, створивши разом енергетичну мережу, забезпечать електричним струмом – без шуму, спеки, кіптяви, тяжкої праці шахтарів і нафтовиків, вібрації і відходів. Причому працюватиме ця мережа майже не потребуючи праці робітників. Саме так, як живляться енергією квіти, трава, дерева – на полях і в лісах.

А чому б не використати й інші джерела енергії? Все, що рухається або має потенціал до руху, може давати енергію (що важливо, без її додаткового виробництва на планеті): вітер, хвилі, припливи – відпливи, пересування транспорту, будь-який перепад (температур, висоти, електромагнітного поля), хімічні процеси перетворення біомаси.

Якщо ми вже маємо чисту енергію, то що нам заважає перевести на неї весь транспорт? І таки почала шаленими темпами збільшуватися на планеті кількість електромобілів і авто на водневому паливі. У використанні вони не тільки набагато чистіші, але і в рази дешевші, ніж бензинові.

Чиста енергія – це лише один бік «зеленої» енергетики. Ми ж можемо в рази економити обсяги її споживання на умовну одиниця того, що споживаємо. Подивіться на свій мобільний телефон. Це справжня казка! Адже в нього, як у ту *безрозмірну казкову рукавичку*, переселилася купа корисних нам предметів. Лише перелік їхніх назв займе кілька хвилин часу. Зазначимо лише кілька: *телефон, комп'ютер, фотоапарат, відеокамера, словник, бібліотека, годинник, ліхтарик, радіо- і телеприймач, навігатор (GPS)* і багато іншого іще.

Уявіть, що все це є окремими предметами. Ними б можна було заставити цілу кімнату. І важили б усі ці скарби, мабуть, десятки кілограмів. А скільки енергії вони б споживали (!) А скільки б енергії і ресурсів взяли на себе підприємства, де весь цей крам потрібно б було виготовити (!)…

А замість цього у тебе на долоні – 100-грамова *диво-скринька*, яка миттєво виконує твої команди, дозволяючи при цьому зазирнути у розклади різних видів транспорту та каси з продажу їхніх квитків, кращі світові бібліотеки, музеї, стадіони, театри. Одним словом, *Хоттабич* відпочиває!

Проте ми не згадали іще про одну екологічну проблему. Справа у тому, що людина забирає з надр Природи стільки речовини, що її екосистеми не встигають відновлювати свої ландшафти. Уявляєте: людина корисно використовує не більше 5 відсотків видобутих з надр матеріальних ресурсів! Решта (понад 95 % – !) повертається в Природу, проте вже в значно більш токсичному і небезпечному вигляді.

Ви питаєте, чи є вихід? Так. Його подарувало іще одне рукотворне диво – 3D-принтер. А технологія, розроблена на його базі, називається адитивною (від англійського add, тобто – «додавати»).

Причому тут це? А ось причому.

Традиційно люди користувалися так званим «субтрактивним» (від англійського subtract, тобто «віднімати») методом. Він базувався на відсіканні всього зайвого у ході виробничого процесу. Так, на всіх його стадіях зайвими й залишаються ті самі 90–95 % видобутої сировини. Це залишає по собі пам'ятники неефективному виробництву і марнотратству у вигляді териконів, звалищ, куп відходів та простого сміття.

Зовсім інакше працює 3D-принтер. Крапля за краплею він створює майбутні споживчі вироби, майже не залишаючи відходів. Та й це ще не все. Якщо у різних

куточках Землі будуть стояти схожі 3D-принтери, виявиться непотрібним перевозити вироблені товари на великі відстані. Досить буде лише передати їхні інформаційні образи від їхнього виробника. А потенційний споживач їх легко «надрукує» на 3D-принтері. Вже сьогодні вражають темпи змін у суспільстві. Вони набувають вигляд справжнього вибуху. Щороку майже подвоюються потужності «зеленої» енергетики, ємності систем акумулювання енергії та частки виробництв, що працюють на основі адитивних технологій.

І ось уже перед людством, можливо, вперше в його історії замаячила перспектива бути ситим, жити в добробуті і не воювати з природою. …Але тут, коли контури «зеленої» економіки замайоріли на горизонті, почала намічатися ще одна серйозна проблема.

Справа в тому, що нова економіка може бути лише мережевою, де буквально мільярди різних виробничих одиниць (машин, речей, підприємств) працюватимуть в єдиній системі. А за такої її будови вона буде настільки інформаційно складною, що людина вже не здатна буде керувати нею в реальному режимі часу. Вихід є лише один. Ця система повинна діяти в автоматичному режимі. Інакше кажучи, ця чудесна *скатертина* повинна стати в повному розумінні САМОбранкою. І стає зрозумілим, що тут не обійтися іще без однієї революції.

Революція шоста, вона ж ***Четверта промислова,*** або **Народження Інтернету речей**

Можна сказати, що ця революція захопила людину якось зненацька. Втім, усе необхідне для неї готувалося в надрах іще Другої промислової революції – ретельно і заздалегідь. Не будемо зараз про те, хто це все готував… Хоча, чесно кажучи, історія ця досить загадкова й інтригуюча… Проте, все по-порядку.

Як ми зазначили, інформаційна складність технічних систем на Землі досягла величезної складності. Керувати такою суперскладністю могли б вже лише самі ж технічні системи, озброєні відповідними суперзасобами обробки інформації із супершвидкістю…

Звісно, однією швидкодією, нехай навіть і «супер», тут не обійшлося. Знадобився вже штучний інтелект… Без нього – ніяк… Бо що означає «обробка інформації»? Це передусім її аналіз та прийняття рішень і відповіді на запитання, наприклад: «що за чим робити?» або «коли щось краще здійснити?» чи: «який варіант краще вибрати?» і багато іншого…

Уявляєте?! Відповіді на безліч подібних запитань у миттєвому режимі техніка повинна давати самостійно – без участі людини!

І тут самостійно відбулися приголомшливі зміни, від яких і стартувала Четверта промислова революція (її ще називають: Industry 4.0). По-перше, машини почали перетворюватися на кіберфізичні системи. Це такі собі кентаври з тілом машини-робота і з головою-комп'ютером. Вони «бачать» і «чують» навколо себе органами чуттів – датчиками, а «думають» комп'ютерним «мозком».

Другою подією було те, що всі ці кіберфізичні системи об'єдналися, перетворившись в єдину технічну цивілізацію. Назвали це диво *Інтернетом речей*. Спілкуючись між собою за допомого Інтернету, речі виявилися здатними самі приймати рішення, виробляти товари, переміщувати їх і обслуговувати людину, підлаштовуючись під її бажання і уподобання.

Ось коли Скатертина-САМОбранка повною мірою почала відповідати своїй назві, включаючи першу складову свого другого слова, і стала в повному розумінні «САМО» – самовмійкою.

Ми не можемо обійти увагою сам процес виникнення Інтернету речей. Можливо, це найбільше диво у Четвертій промисловій революції. І справа тут ось у чому.

Щоб з'явився Інтернет речей, мали були відбутися 12 подій, кожна з яких є сама по собі дивом. Хтось, десь і колись повинен був винайти і створити небачені до того явища, без яких Інтернет речей існувати не міг, а саме: *персональний комп'ютер, мобільний телефон, Інтернет, wi-fi, суцільний перехід інформаційних систем на «цифру», альтернативну енергетику, 3D-принтери, цифрові мітки, штучний інтелект, роботів, супутникову навігацію* (*GPS*), «*Хмару*» (*глобальне сполучення суперкомп'ютерів і великих баз даних*).

Справа навіть не в тому, що всі ці дива з'явилися на світ, а те, що їх поява і впровадження відбулися майже одночасно. Звісно, кожен із цих виробів пройшов надскладний і довгий шлях від відповідних наукових відкриттів до практичної апробації. Але всі вони мають дві майже однакові дати: випуску типового зразка (1973 рік ± 1–2 роки) і досягнення критичного обсягу споживачів, які почали ним користуватися (2010 р.). Зокрема, щодо персонального комп'ютера, мобільного телефону і Інтернету критичний обсяг перевищував 2/3 мешканців планети.

Таке враження, що всі ці процеси були кимось запроваджені синхронно, щоб на Землі своєчасно з'явилося таке загадкове диво Природи (і одночасно творіння голови і рук людських), як *Інтернет речей*. Його цикл розпочався у 2012 році. Загадковість Інтернету речей і полягає у цьому синхронному запровадженні відповідних «комплектуючих».

Це наводить на одну думку. Чи не якісь загадкові прибульці на Землю запустили згаданий процес впровадження кіберфізичних систем на планеті? Ну, наприклад, щоб допомогти землянам у їх науково-технічному прогресі або намагаючись попередити їхні можливі помилки за принципом: «чим менше щось будуть люди чіпати своїми руками, тим безпечніше буде існування Землі…»

Ну що ж? Здійснилася вистраждана одвічна мрія людини-біо завжди бути ситою та в теплі. Збулися також і сподівання втомленої людини-трудо на те, щоб нічого не робити. Але тут на сполох вдарила особистісна сутність людини – людина-соціо: «Та ви що? Хіба ви не знаєте, що відсутність праці, особливо творчої, – це шлях до деградації людини? Та й потім… Ви чули, що в машині спрацьовуються ті частини, які працюють, а в людині – навпаки: ті, які не діють?.. Це особливо стосується людини-біо… Тому, Industry 4.0 іще як треба і не розпочалася, а вже про нову революцію піклуватися потрібно – щоб повернути людину у виробничу сферу, де починають господарювати роботи з комп'ютерами».

Революція сьома, вона ж ***П'ята промислова,*** або **Повернення до «раю»**

Звісно, нікуди людина з виробництва не поділася і швидше за все не подінеться. Це такий яскравий образ – «повернення людини до виробництва». Проте, як говорять у народі: хоч казка і бреше, але натякає… Щось таке з людиною повинно статися!..

А станеться, за задумами авторів ідеї П'ятої промислової революції, ось що. Людина дійсно повинна полишити виробничі процеси, звідки її вже витісняють кіберфізичні

системи та Інтернет речей. Саме вони виконуватимуть усю рутинну, стандартну, монотонну і нецікаву роботу. Але людина, яка піде з виробництва, буде людиною-трудо. Вона звикла до виконання стандартних операцій, на яких виробляються стандартизовані товари для споживачів зі стандартними потребами та запитами.

На місце людини-трудо у виробництво повинна прийти зовсім інша людина – людина-особистість. Замість виготовлення виробів вона створюватиме інформаційні образи, які легко матеріалізуватимуть адитивні технологічні системи за допомогою 3D-принтерів. Саме так зараз 2D-принтери нам друкують на папері все, що ми вигадали на своїх дисплеях. Причому матеріалізуватиметься кінцевий продукт буде вже за місцем його призначення, тобто за адресою споживача. І що важливо: продукт цей буде персоналізованим, тобто виготовленим за індивідуальними бажаннями і уподобаннями споживачів.

Уявляєш: скільки людей на Землі – стільки і побажань, і кожне з них буде враховане! Це надзвичайно важливо. Адже головним споживачем також стане *людина-особистість*. А особистісний розвиток людства можливий лише там, де люди відрізняються один від одного, і ця різниця все збільшується.

Залишається лише сказати, що людина-особистість докорінно зміниться, адже їй доведеться мешкати в зовсім іншому тілі людини-біо. Остання на той час стане надзвичайно кібергізованою. Нові фізичні можливості діяти, пам'ятати, відчувати надзвичайно підсилять творчий потенціал особистості людини і її здатність мріяти, задумувати, творити.

Та й саме виробництво буде зовсім не схоже на те, до якого ми звикли. В ньому не буде ані огорож, ані прохідних, ані перепусток, ані брязкітливого обладнання. Останнє, можливо, і залишиться в якомусь вигляді. Проте людину воно там не дратуватиме, оскільки працюватиме самостійно під контролем того самого Інтернету речей.

А людина житиме і творитиме серед квітучих природних ландшафтів, куди вона нарешті повернеться, як до благодатного Едемського саду… Після стількох негараздів і випробувань на довгому еволюційному шляху.

І можливо, найважчими стражданнями, які очікують людину, стануть муки її творчості.

Література

1. *Rifkin, J.* The Third Industrial Revolution : How Lateral Power is Transforming Energy / J. Rifkin // The Economy and The World. – New York : St. Martin's Griffin Publisher, 2013. – 304 p.
2. *Schwab, K.* The Fourth Industrial Revolution / K. Schwab. – Davos : World Economic Forum, 2017. – 192 p.
3. *Schwab, K.* Shaping the Fourth Industrial Revolution / K. Schwab, N. Davis. – Davos : World Economic Forum, 2018. – 288 p.
4. *Ostergaard, E. H.* Welcome to Industry 5.0: The «human touch» revolution is now underway / E. H. Ostergaard. Magazine «Quality» (assessed on 20.10.2019).

Отримано 07.08.2019 р.

Прорывные технологии в свете социально-экономических революций: опыт ЕС и мира

Леонид Григорьевич Мельник[*]

[*] *доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедры экономики, предпринимательства и бизнес-администрирования Сумского государственного университета, ул. Римского-Корсакова, 2, г. Сумы, 40007, Украина, тел.: 00-380-542-332223, e-mail: melnyk@econ.fem.sumdu.edu.ua*

Актуальность работы заключается в необходимости популяризации передовых научных знаний в условиях ускорения научно-технического прогресса. Цель статьи – раскрыть основное содержание прорывных технологий и связанных с ними социально-экономических процессов, происходящих в ходе трех промышленных революций современности. На основе ретроспективного анализа социально-экономических революций, которые были в истории человечества, в научно-популярном эссе объясняется логика и прослеживаются тенденции развертывания технических и социальных систем в ближайшем будущем. Показывается, каким образом влияет изменение производственных сил и экономических отношений на соотношение отдельных составляющих в сущностной триаде человека: био-социо-трудо. Отдельно раскрывается содержание трех промышленных революций, свидетелем которых человечеству приходится быть сегодня (Industry 3.0, Industry 4.0, Industry 5.0). Отмечается, что инициирование работ, положившим старт указанным революциям, произошло на пространстве европейских стран. В частности, Третья промышленная революция направлена на решение проблем глобального экологического кризиса. Ключевым трансформационным инструментарием являются: альтернативная энергетика, аддитивные технологии на основе 3D-принтеров, горизонтальные сетевые структуры производства и потребления продукции. Магистральным направлением Четвертой промышленной революции является создание Единой сети киберфизических систем, способных работать без участия человека. Одной из ведущих ее форм является Интернет вещей. Гуманизация социально-экономического развития – это ключевая задача Пятой промышленной революции, ориентирующийся на достижение максимальной реализации творческого потенциала личностной сущности человека, то есть человека-социо. В центре внимания – ключевые процессы трех промышленных революций и изменения, происходящие в сущностной триаде человека. Форма статьи – научно-популярное эссе.

Ключевые слова: промышленная революция, прорывные технологии, личность, человек-био, человек-социо, человек-трудо, киберфизическая система.

Mechanism of Economic Regulation, 2019, No 3, 97–110
ISSN 1726-8699 (print)

Disruptive Technologies in the Light of Socio-economic Revolutions: the EU and World Experience

LEONID Hr. MELNYK[*]

[*] *Dr. (Economics), Professor, Head of Department of Economics, Entrepreneurship and Business-Administration, Director of Research Institute for Development Economics (IDE) at Sumy State University, Ministry of Education and Science of Ukraine, National Academy of Science of Ukraine, R.-Korsakova Str., 2, Sumy, 40007, Ukraine, phone: 00-380-542-332223, e-mail: melnyk@econ.fem.sumdu.edu.ua*

Manuscript received 07 August 2019

The relevance of the work explains the need to promote advanced scientific knowledge in the context of accelerating scientific and technological progress. The purpose of the article is to reveal the main content of disruptive technologies and related socio-economic processes that occur during the three industrial revolutions. Based on a retrospective analysis of socio-economic revolutions in human history, the popular scientific essay explains the logic and development of technical and social systems. The article shows how the change of production forces and economic relations influences the ratio of individual components in the essential triad of man: bio-socio-labor. The content of the three industrial revolutions that humanity experiences today is revealed separately (Industry 3.0, Industry 4.0, Industry 5.0). It is explained that the works that launched these revolutions took place in the European countries. In particular, the *Third* Industrial Revolution is aimed at solving the problems of the global environmental crisis. The key transformation tools are alternative energy, additive technologies based on 3D printers, horizontal network structures of production and consumption. The main direction of the *Fourth* Industrial Revolution is the creation of a unified network of cyber-physical systems capable of working without humans. One of its leading forms is the Internet of Things. The humanization of socio-economic development is a key objective of the *Fifth* Industrial Revolution, which is focused on achieving the maximum realization of the creative potential of the human-social basis. The focus is on the key processes of the three industrial revolutions and the changes that take place in the essential triad of man. This article is a popular scientific essay.

Keywords: industrial revolution, disruptive technology, personality, human-bio, human-socio, human-labor, cyber-physical system.

References: *4*

JEL Code: A14, F20, F21, F23

Language of the article: Ukrainian

References

1. Rifkin, J. (2013). The Third Industrial Revolution : How Lateral Power is Transforming Energy. *The Economy, and The World.* New York: St. Martin′s Griffin Publisher, 304.
2. Schwab, K. (2017). The Fourth Industrial Revolution. Davos: World Economic Forum, 192.
3. Schwab, K., Davis, N. (2018). Shaping the Fourth Industrial Revolution. Davos: World Economic Forum, 288.
4. Ostergaard, E. H. (2019). Welcome to Industry 5.0: The «human touch» revolution is now underway. Magazine «Quality». Retrieved from https://www.qualitymag.com/articles/95450-welcome-to-industry-50. Available 20.10.2019.